

Labdarúgók agilitásának és irányváltoztatással végzett futógyorsaságának kapcsolata

Doktori értekezés

Matlák János

Testnevelési Egyetem
Sporttudományok Doktori Iskola



Témavezető: Dr. Tihanyi József, rector emeritus, DSc
Hivatalos bírálók: Dr. Szabó Tamás, egyetemi magántanár, CSc
Dr. Ihász Ferenc, egyetemi tanár, PhD
Szigorlati bizottság elnöke: Dr. Pavlik Gábor, professor emeritus, DSc
Szigorlati bizottság tagjai: Dr. Kiss Rita, egyetemi tanár, DSc
Bartusné Dr. Szmodis Márta, egyetemi docens, PhD

Budapest
2018

TARTALOMJEGYZÉK

RÖVIDÍTÉSEK JEGYZÉKE.....	4
ÁBRÁK JEGYZÉKE	5
TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE	6
1. BEVEZETÉS.....	7
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS	9
2.1. Labdarúgók mérkőzés alatti futóteljesítménye	9
2.1.1. Mérkőzés alatt megtett táv	9
2.1.2. Különböző intenzitású tevékenységek	10
2.1.3. Magas intenzitású helyváltoztatás, a gyorsaság jelentősége	10
2.1.4. Irányváltások, fordulatok	11
2.2. Labdarúgók gyorsaságának tesztelése	12
2.3. Agilitás	13
2.3.1. Az agilitás definíciója.....	13
2.3.2. Az agilitás tesztelése	18
2.3.2.1. Oda-vissza futással végzett tesztek.....	18
2.3.2.2. Cikk-cakk vonalban végzett tesztek	19
2.3.2.3. Különböző alakzatokban végrehajtott tesztek	20
2.3.2.4. Reaktív agilitás tesztek	23
2.3.3. Az agilitás kapcsolata a kondicionális képességekkel	27
2.3.3.1. Az irányváltoztatással való futás gyorsasága (CODS) és a gyorsaság kapcsolata	27
2.3.3.2. Az irányváltoztatással való futás gyorsasága (CODS), a reaktív agilitás és a gyorsaság összefüggései.....	32
2.3.3.3. Az irányváltoztatással való futás gyorsasága (CODS) és a láb erejének kapcsolata	36
2.3.3.4. A reaktív agilitás és a láb erejének összefüggései.....	41
2.3.3.5. Az irányváltoztatással való futás gyorsasága (CODS) és a mozdulatgyorsaság összefüggése	42
2.3.3.6. A reaktív agilitás és a mozdulatgyorsaság összefüggése	42
3. CÉLKITŰZÉSEK.....	43

4. MÓDSZEREK.....	47
4.1. Vizsgálati személyek	47
4.2. A vizsgálathoz alkalmazott eszköz	47
4.3. Vizsgálati protokoll.....	49
4.3.1. Irányváltóztatásokkal végzett futóteszt (CODS).....	49
4.3.2. Robbanékonyerő teszt	50
4.3.3. Taposás teszt	51
4.3.4. Reaktív agilitás teszt.....	51
4.4. Adatfeldolgozás	52
4.4.1. CODS futóteszt	52
4.4.2. Robbanékonyerő teszt	53
4.4.3. Taposás teszt	53
4.4.4. Reaktív agilitás teszt.....	53
4.5. Statisztikai elemzés.....	53
5. EREDMÉNYEK.....	55
5.1. CODS futóteszt és reaktív agilitás teszt időeredmények	55
5.2. A taposás és robbanékonyerő teszt eredményei	55
5.3. Összefüggések a CODS futóteszt és a reaktív agilitás teszt során mért időeredmények között.....	56
5.4. Összefüggések a CODS futóteszt során mért időeredmények és a robbanékonyerő teszt során mért felugrási magasság között.....	56
5.5. Összefüggések a reaktív agilitás futóteszt során mért időeredmények és a robbanékonyerő teszt során mért felugrási magasság között.....	56
5.6. Összefüggések a CODS futóteszt során mért időeredmények és a taposás teszt során mért érintések száma között	57
5.7. Összefüggések a reaktív agilitás futóteszt során mért időeredmények és taposás teszt során mért érintések száma között.....	57
5.8. Összefüggés a taposás teszt során mért érintések száma és a robbanékonyerő teszt során mért felugrási magasság között.....	59
6. MEGBESZÉLÉS	60
6.1. A CODS futóteszt és a reaktív agilitás teszt során mért időeredmények közötti különbségek	61

6.2. Összefüggések a CODS futóteszt és a reaktív agilitás teszt során mért időeredmények között.....	64
6.3. Összefüggések a CODS futóteszt és a vertikális ugróteszt során mért változók között	70
6.4. Összefüggések a reaktív agilitás futóteszt során mért időeredmények és a vertikális ugróteszt során mért felugrási magasság között	74
6.5. Összefüggések a CODS futóteszt során mért időeredmények és a taposás teszt során mért érintések száma között	76
6.6. Összefüggések a reaktív agilitás futóteszt során mért időeredmények és taposás teszt során mért érintések száma között.....	77
7. KÖVETKEZTETÉSEK.....	79
7.1. Hipotézisek bevalásának vizsgálata.....	79
7.2. Következtetések összefoglalása.....	81
8. ÖSSZEFOGLALÁS	82
9. SUMMARY	83
10. IRODALOMJEGYZÉK	84
11. SAJÁT PUBLIKÁCIÓK JEGYZÉKE	99
12. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	100

RÖVIDÍTÉSEK JEGYZÉKE

CODS	irányváltoztatással való futás gyorsasága - change of direction speed
AToA	teljes végrehajtási idő – average total time agility (reaktív agilitás teszt)
ATuA	kontaktidő – average turn time agility (reaktív agilitás teszt)
ASA	pontok közötti részidő – average split time agility (reaktív agilitás teszt)
ToC	teljes végrehajtási idő – total time CODS (CODS futóteszt)
ATuC	kontaktidő – average turn time CODS (CODS futóteszt)
ASC	pontok közötti részidő – average split time CODS (CODS futóteszt)
CMJ	felugrási magasság - counter-movement jump
Tap	érintések száma – tapping (taposás teszt)
1RM	egy ismétléses maximum – 1 repeat maximum
DJ	drop jump

ÁBRÁK JEGYZÉKE

1. ábra: Az agilitás modellje	16
2. ábra: „Cikk-cakk” teszt.....	19
3. ábra: Illinois Agility teszt	20
4. ábra: T-teszt	21
5. ábra: Balsom Agility teszt	22
6. ábra: Arrowhead Agility teszt.....	23
7. ábra: Reaktív agilitás teszt.....	25
8. ábra: Cybex Reactor	26
9. ábra: A vizsgálathoz használt SpeedCourt rendszer sematikus képe	48
10. ábra: Az alkalmazott CODS futóteszt	50
11. ábra: Összefüggés ATuA és Tap között	58
12. ábra: Összefüggés ASA és Tap között	58

TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

1. táblázat: Elit labdarúgó játékosok sprint teszt eredményei	12
2. táblázat: Elit labdarúgó játékosok ismételt sprint teszt során elért átlageredményei .	13
3. táblázat: Vizsgálati személyek.....	47
4. táblázat: A CODS teszt során mért teljes végrehajtási idő (ToC), kontaktidő (ATuC), pontok közötti részidő (ASC), illetve a reaktív agilitás teszt során mért teljes végrehajtási idő (AToA), kontaktidő (ATuA) és pontok közötti részidő (ASA)	55
5. táblázat: A taposás teszt során mért érintések száma és a robbanékonyerő teszt során mért felugrási magasság	55
6. táblázat: A reaktív agilitás teszt és a taposás teszt során mért változók közötti korrelációs együtthatók.....	59

1. BEVEZETÉS

A labdajátékok fejlődésének, a mérkőzések iramának növekedése következtében a játék magas szintű kondicionális követelményeket támaszt a játékosokkal szemben. A teljesítmény kondicionális háttérét jellemzően nem egy kiemelt képesség magas szintje, hanem a képességek egymásra épülő, egymást kiegészítő, komplex megjelenése szolgáltatja. A képet tovább bonyolítja, hogy a kondicionális követelmények eltérőek lehetnek a játékosok posztjától, csapatjátékban betöltött szerepétől, támadó és védekező feladatától függően.

A mérkőzés során az egyes képességek nem elkülönülve, hanem egymással való kapcsolatukban, összefüggésükben jutnak érvényre. Ugyanakkor az egyes, adott sportág szempontjából releváns képességek elkülönített vizsgálata indokolt, és általánosan elfogadott gyakorlat. Ennek megfelelően a csapatok sportág specifikus motoros próbák segítségével becsülik játékosaik képességeit, illetve megfelelő tesztekkel mérik a teljesítményüket. A sportolók állóképességét, gyorsaságát, erejét és ízületi mozgékonyágát vizsgáló eljárások jól ismertek. A kutatók törekednek olyan eljárások kifejlesztésére, melyekkel objektíven és megbízhatóan, ugyanakkor az adott sportág jellegzetességeinek megfelelően tudják vizsgálni a játékosokat.

Kiemelt jelentőséggel bír a játékosok gyorsasága, és a gyorsaság különböző megjelenési formái. A felgyorsulási képesség, a maximális futósebesség illetve a játéksituáció változására való gyors reagálás, a gyakori, gyors és pontos irányváltoztatás, amely a robbanékonyerő szintjével áll kapcsolatban, az eredményesség fontos összetevői. Egységes definíció hiányában ugyan, de a nemzetközi szakirodalom a játékosok valamilyen irányváltoztatást magában foglaló, maximális sebességre törekvés melletti futóteljesítmény végrehajtására való képességét agilitás címszó alatt tárgyalja. Több kutató alátámasztja, hogy az agilitás nem azonos a gyorsaság képességével, így indokolt elkülönített értelmezése és vizsgálata. A legpontosabb kifejezés erre a komplex képességre a mozgékonyág lehet. Mivel a kutatások zöme angol nyelven jelent meg, ezért dolgozatomban az agility magyarosított változatát, az agilitást fogom használni.

A legújabb, agilitással kapcsolatos kutatások olyan, vizuális ingerre történő reagálást magában foglaló teszteket mutattak be, amelyek az agilitásban szerepet játszó lehető legtöbb tényező együttes vizsgálatát célozzák meg. Ezen tesztek túlnyomó többségére jellemző, hogy egyszeri vizuális ingert tartalmaznak és az ingernek

megfelelő reagálást követő irányváltás két lehetséges irányba történhet. Egymás után több ingert alkalmazó, és az irányváltások során több lehetséges alternatívát lehetővé tevő tesztek kevésbé ismertek.

Kutatásunkban labdarúgók agilitását vizsgáljuk, és az eddig kevésbé feltáratlan területek közül elsősorban vizuális ingerre történő reagálást magában foglaló agilitás teszt alkalmazásával foglalkozunk, az irányváltások során kettőnél több alternatíva használatával. Az alkalmazott agilitás teszt eredményeit az alsó végtagi izmok együttes robbanékony erejét és mozdulatgyorsaságát vizsgáló eljárások eredményeivel is összevetjük, melynek célja a változók közötti összefüggések feltárása.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. Labdarúgók mérkőzés alatti futóteljesítménye

A labdarúgók mérkőzésen végzett tevékenységének objektív megfigyelése támpontot nyújt a játékosok teljesítményének pontosabb értékeléséhez. A megfigyelések nagyobb mintán való elvégzése magáról a játékról, illetve a mérkőzés által támasztott kondicionális követelményekről nyújt értékes információkat. Ezek az adatok lehetővé teszik, hogy akár posztonként meghatározzák, milyen terhelés elviselésére kell képesnek lennie a játékosoknak. A megfigyelések alapján kiemelten fejlesztendő területeket lehet meghatározni a különböző posztokon játszóknak számára (Carling és mtsai., 2008).

Egyes kutatásokban a játékosok tevékenységének megfigyelésére a mérkőzésekről készült videofelvételek manuális elemzését alkalmazták (Bangsbo és mtsai., 1991; Mohr és mtsai., 2003; Withers és mtsai., 1982). Napjaink legmodernebb mérkőzésmegfigyelő rendszerei (AMISCO Pro®, ProZone® stb.) a pálya körül, meghatározott pontokon elhelyezett kamerák segítségével rögzítik a pályán lévő összes játékos, valamint a labda aktuális pozícióját és megtett útját a mérkőzés teljes ideje alatt. A rendszer képes meghatározott sebességekategóriák alapján a különböző sebességtartományokban megtett mozgások regisztrálására is.

2.1.1. Mérkőzés alatt megtett táv

Széles körben vizsgált mutató és alapvető támpontot ad a teljesítményről a játékosok által a mérkőzés teljes ideje alatt megtett távolság. Különböző tanulmányok alapján a mezőnyjátékosok átlagosan 9-12km-t, a kapusok megközelítőleg 4km-t tesznek meg egy mérkőzés alatt különböző intenzitású járással, futással, egyéb mozgással. (Carling és mtsai. 2008; Di Salvo és mtsai., 2007; Stølen és mtsai. 2005). Egyes kutatások szerint professzionális játékosok nagyobb távolságot tesznek meg a mérkőzéseken, mint az amatőr játékosok (Stølen és mtsai., 2005), míg mások nem találtak különbséget profi és amatőr játékosok által, a mérkőzés egészen megtett teljes távolság között (Bangsbo, 1994). A mérkőzés alatt megtett távolságban eltérések

figyelhetők meg a játékosok posztjától függően. A középpályások átlagosan nagyobb távolságot tesznek meg, mint a védők illetve a támadók (Di Salvo és mtsai., 2007)

A fáradás jeleként értelmezhető, hogy a játékosok poszttól függetlenül, kevesebb távolságot tesznek meg a második félidőben, mint az elsőben (Mohr és mtsai. 2003). A mérkőzésen megtett távolságot befolyásolhatja a játékos posztja mellett az ellenfél erőssége is (Rienzi és mtsai., 2000).

A játékosok posztjuktól függően a mérkőzésen megtett távolság 1.2 – 4.6%-át teszik meg labdával (Di Salvo és mtsai., 2007; Rampinini és mtsai., 2009).

2.1.2. Különböző intenzitású tevékenységek

A fent leírt távolságokat a játékosok nem folyamatos munkavégzéssel teljesítik labdarúgó mérkőzés során, hanem intermittáló jelleggel. A valóságban tehát intenzív és kevésbé intenzív szakaszok váltogatják egymást. Bizonyos sebességtartományok meghatározásával elkülöníthetők különböző kategóriákba tartozó mozgások. A játékosok 1000-1400 többnyire rövid időtartamú aktivitást végeznek, melyek átlagosan 4 másodpercenként váltakoznak (Stølen és mtsai., 2005).

A különböző kutatásokban némileg eltérő sebességtartományokat találhatunk, ugyanakkor általánosságban elmondható, hogy a játékosok a megtett távolság nagyobb részét alacsony sebességgel végzett mozgással töltik (Bangsbo és mtsai., 2006). A megtett távból megközelítőleg 6-7km-t járással és kocogással, 1-2km-t lassú futással, 1-2km-t közepes iramú futással, 4-700m-t gyors futással, kb. 500m-t sprintelve teljesítenek (Di Salvo és mtsai., 2007; Bradley és mtsai., 2010). A játékosok a mérkőzés teljes idejének megközelítőleg 5%-ában állnak egy helyben (Bradley és mtsai., 2010).

2.1.3. Magas intenzitású helyváltoztatás, a gyorsaság jelentősége

Az előzőekben leírtak szerint a játékosok a mérkőzés alatt megtett táv nagy részét alacsony intenzitású mozgással töltik. Az összes távnak megközelítőleg csak 10-20%-át teljesítik nagy sebességű futással, ugyanakkor a magas intenzitású szakaszokban zajló események kritikus jelentőséggel bírnak a mérkőzés végkimenetelére (Wragg és mtsai., 2000). Mohr és mtsai. (2003) kutatásában azt találták, hogy a magasabb szinten

játszó játékosok 28%-kal nagyobb távot tesznek meg nagy sebességű futással és 58%-kal nagyobb távot sprintelve, mint alacsonyabb szinten játszó játékosok.

Ezen eredmények alapján, az egyes szintek közötti különbséget a magas sebességgel végzett aktivitás arányával jobban ki lehet fejezni, mint a mérkőzés alatt megtett távval. A kutatók egyetértenek abban, hogy a magas intenzitású mozgás vizsgálata a mérkőzés megfigyelés kiemelten fontos területe. (Krustrup és mtsai., 2003; Krustrup és mtsai., 2005; Bangsbo és mtsai., 1991; Mohr és mtsai., 2003)

Egy játékos átlagosan 60 s-ként teljesít magas sebességű futást és 4 percenként maximális sprintet. A játékosok maximális sprintjeinek száma nagy változatosságot mutat (3 - 40 db mérkőzésenként), és erősen függ az adott játékos posztjától, nemétől, edzettségétől, a verseny időszaktól, talajviszonyoktól, a saját csapat és az ellenfél taktikájától (Di Salvo és mtsai., 2007; Di Salvo és mtsai., 2010).

Általánosan elfogadott adat, hogy a mérkőzésen teljesített sprintek általában rövid távon (10 – 20 m) és rövid időtartamban (2 – 4 s) történnek. (Reilly, 1997; Di Salvo és mtsai., 2007, Di Salvo és mtsai., 2010; Carling és mtsai., 2012; Bangsbo és mtsai., 1991; Reilly és Thomas, 1976). A játékosok rövid sprintjei (< 10 m) gyakrabban fordulnak elő, mint a hosszabbak (> 10 m). A megtett sprintek hossza is függ a játékos posztjától, belső középpályás poszton többször fordulnak elő 5 méternél rövidebb sprintek, mint 5 méternél hosszabbak (Di Salvo és mtsai., 2010).

2.1.4. Irányváltások, fordulatok

Labdarúgó játékosoknak gyorsan kell reagálniuk a körülöttük zajló eseményekre, a labda, a saját csapattársak és az ellenfél mozgására, illetve ezek irányának, sebességének megváltozására. Átlagosan 727 ± 203 fordulatot, irányváltást végeznek a játékosok mérkőzésenként (Bloomfield és mtsai., 2007). Különösen fontosak ezek a mozgások, illetve a végrehajtásukra való képesség, és specifikus fejlesztést igényelnek (Carling és mtsai., 2008).

2.2. Labdarúgók gyorsaságának tesztelése

A gyorsaság tesztelésére az egyenes vonalban, 5 – 10 – 20 – 30 – 40 méter távon történő sprinttesztek számítanak széles körben elfogadottnak. Az időeredmény rögzítése fénysorompó segítségével történik, állórajtból, vagy repülőrajtból történő egyéni indulással.

A Német Labdarúgó Szövetség (DFB) által használt sztenderd szerint a játékosok 30 méteres távot teljesítenek, állórajtból, az első fénysorompó előtt 1 méteres távolságból, egyénileg indulva. A 30 méter időeredménye mellett az első 5 és 10 méteres szakasz részidejét rögzítik. A játékosok 3 kísérletet tesznek (Faude és mtsai., 2010). Elit játékosok átlagos sprint teszt eredményeit az *1. táblázat* szemlélteti.

1. táblázat: Elit labdarúgó játékosok sprint teszt eredményei (átlag \pm szórás)

(Meyer és mtsai., 2000 nyomán)

Teszt	Időeredmény (s)
5 m	0.97 ± 0.04
10 m	1.66 ± 0.05
30 m	3.97 ± 0.12

A gyorsasági állóképesség tesztelésére szolgálnak az ismételt sprinttesztek, amelyek 20 - 30 méteres távok sorozatban 5 - 15-ször való megtételét jelentik a sprintek közötti rövid (15 - 25 s) pihenőidővel (Tschan, 2001). A teszt eredményeként általában a leggyorsabb sprint ideje mellett, az összes sprint idejét (vagy átlagát), illetve fáradási indexet adnak meg. A *2. táblázat* szemlélteti egy elit labdarúgó csapat ismételt sprint teszt eredményeit. A teszt során a játékosok 5-ször 30 méteres távot teljesítettek a sprintek közötti 25 másodperces pihenőidővel.

2. táblázat: Elit labdarúgó játékosok ismételt sprint teszt során elért átlageredményei (Bangsbo és Mohr, 2012 nyomán)

Ismételt sprint teszt	
Leggyorsabb sprint (s)	4.41
Átlag sprint (s)	4.53
Fáradási index (%)	4.6

2.3. Agilitás

2.3.1. Az agilitás definíciója

Több szerző hívja fel a figyelmet arra, hogy az egyenes vonalban végzett, illetve az egy vagy több irányváltoztatást magában foglaló maximális sebességű futások teljesítése egymástól eltérő képességeket igényelhetnek (Buttifant és mtsai., 2002; Young és mtsai., 1996, Vescovi és McGuigan, 2008).

Az előzőekben ismertetett mérkőzés megfigyelési eredmények jól mutatják a rövidtávon való (0 - 5 m, 0 - 10 m) gyors megindulások, megállások és irányváltoztatások eredményes végrehajtására való képesség kiemelt fontosságát. Mindezek alapján indokolt az egyenes vonalban való futás gyorsasága mellett az irányváltoztatásokat magában foglaló futás gyorsaságának vizsgálata. Ezen mozgások végrehajtására való képesség az agilitás képessége, melynek nincs általánosan elfogadott definíciója, de a gyorsasággal nem teljesen azonos képességként való értelmezése több vizsgálat eredménye alapján indokolt (Young és mtsai., 1996; Buttifant és mtsai., 2002; Mayhew és mtsai., 1989; Young és mtsai., 2001; Baker, 1999; Draper és Lancaster, 1985).

Reilly és mtsai. (2000) utánpótláskorú labdarúgók kiválasztását segítő tesztbatteria kifejlesztését célozták meg. Antropometriai, pszichológiai, fiziológiai és labdarúgás specifikus megfigyeléseket, méréseket végeztek ifjúsági korú játékosokkal. Vizsgálataik során a gyorsaságot és az agilitást külön kezelték, ennek megfelelően különböző távokon végzett egyenes vonalú futóteszteket végeztek, illetve irányváltoztatásokat magában foglaló futótesztet is alkalmaztak. A kutatásban vizsgált

tizenöt változó közül az agilitás teszten elért időeredmény volt a legalkalmasabb az elit és az alacsonyabb szintű, utánpótláskorú játékosok csoportjainak megkülönböztetésére ($F_{(1,27)} = 80.398$, $p < 0.001$). Eredményeik alapján az agilitást a kiválasztás legfontosabb faktoraik közé sorolják. A fentiekhez hasonlóan Raven és mtsai. (1976) vizsgálatában is több változó közül az agilitás teszten elért időeredmény mutatta a legnagyobb különbséget profi labdarúgók és nem sportolók csoportja között.

Az agilitás kutatásával foglalkozó szerzők különböző eljárásokkal vizsgálták ezen képességet. A legtöbb kutatásban közös, hogy maximális sebességre törekvéssel végzett futótesztet alkalmaztak, a futás irányának egyszeri, vagy egymás után többszöri változtatásával, különböző távolságokon (Draper and Lancaster, 1985; Getchell, 1992; Semenick, 1990; Buttifant és mtsai., 2002; Vescovi és McGuigan, 2008; Sporiš és mtsai., 2011; Milanović és mtsai., 2011; Bloomfield és mtsai., 2007).

Ezek alapján az irányváltoztatással végzett maximális sebességű futásra való képesség jelenti az agilitást. Az agilitás kutatásával foglalkozó szerzők azonban különböző módon definiálják ezt a képességet. Draper és Lancaster (1985) „*a test mozgásirányának gyors megváltoztatására való képességként*” fogalmazzák. Bloomfield és mtsai. (1994) a „*gyors irányváltás képessége*”, míg Barrow és McGee (1971) „*gyors és pontos irányváltoztatásra való képesség*” kifejezést alkalmazzák. Gambetta (1996) „*gyors irányváltásra, illetve gyors megindulásra, megállásra való képességként*” értelmezi az agilitást. Baker (1999) és Moreno (1995) a „*quickness*” kifejezést az agilitás szinonimájaként használják, és a „*többsíkú vagy többirányú készség, ami a felgyorsulást, robbanékonyságot és reaktivitást igényel*” megfogalmazással definiálják. Véleményünk szerint az agilitás (mozgékonyosság) többféle mozgást, hely és helyzetváltoztatást, játékelemet magába foglaló feladat végrehajtást jelent. Ez a készség vagy képesség általános vagy specifikus is lehet, amely révén bonyolult egymás utáni és egy időben folyó feladatokat kell teljesíteni a lehető legrövidebb idő alatt. Vizsgálatunkban alkalmazott teszteket ennek figyelembe vételével terveztük, illetve választottuk ki.

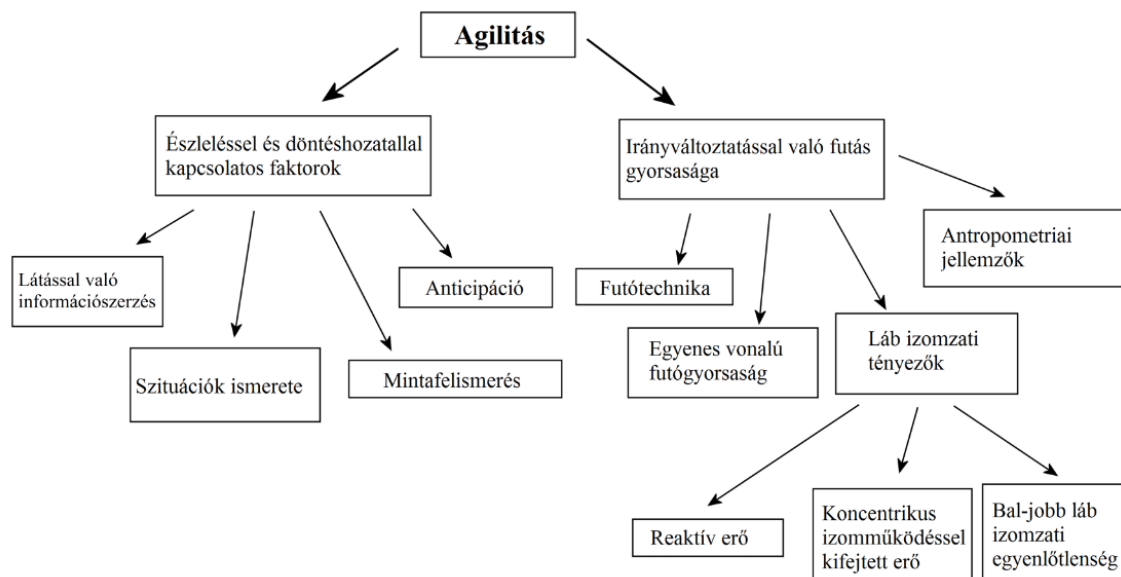
A témával kapcsolatosan előfordul még a „*cutting*” (kitámasztás) kifejezés, ami sprintelés közbeni irányváltoztatást jelent (Bernier, 2003; Besier és mtsai., 2001a; Besier és mtsai., 2001b; Colby és mtsai., 2000; McClay és mtsai., 1994). „*Kifejezetten*

az irányváltoztatás azon momentumára vonatkozik, amikor a sportoló lába a talajjal érintkezésbe kerül, hogy az irányváltást megindítsa.” (Sheppard és Young., 2006)

Chelladurai (1976) átfogó megfogalmazást alkalmazott az agilitásra és négy kategóriát alkotott aszerint, hogy az adott mozgásformában milyen térbeli vagy időbeli bizonytalanság jelenik meg. Felosztása szerint az első csoportba azok a mozgások tartoznak, melyek végrehajtásakor sem időbeli, sem térbeli bizonytalanság nincs jelen. A második csoportba azok a mozgások tartoznak, melyek végrehajtásakor csak időbeli bizonytalanság van jelen. A harmadik csoportba a térbeli bizonytalansággal járó mozgások tartoznak. A negyedik csoportba sorolta azokat a mozgásokat, amelyek végrehajtása során térbeli és időbeli bizonytalanság jellemző.

A Young és mtsai. (2002) által alkotott modell szerint az agilitás képességében két fő komponens játszik szerepet, az irányváltoztatással való futás gyorsasága és az észleléssel és döntéshozással kapcsolatos faktorok (1. ábra).

A nem külső ingerre való reagálással végzett, irányváltoztatást magában foglaló maximális sebességű futásra a „change of direction speed” (a későbbiekben: CODS) kifejezést alkalmazzák. Ilyen típusú mozgás lehet a baseball játékos „hazafutása” a bázisok érintésével, ebben az esetben ugyanis a mozgás előre tervezett, a bázisok közötti távolság, az irányváltások helye, szöge nem változik. A cél ebben az esetben, hogy a játékos az adott, irányváltásokat magában foglaló pályát minél gyorsabban megtegye (Young és Farrow, 2006). Az irányváltoztatással való futás gyorsasága komponensben szerepet játszó faktorként a futótechnikát, az egyenes vonalú futás sebességét, a láb izomzati tényezőit és az antropometriai jellemzőket nevezik meg.



1. ábra: Az agilitás modellje (Young és mtsai., 2002 nyomán)

Labdajátékosok sprint közbeni futótechnikája nagyban eltér a rövidtávfutó atléták technikájától. A labdajátékosok alacsonyabb súlyponti helyzetben, előrébb döntött felsőtesttel, a láb előrelendítése közbeni mérsékelt térdhajlítással, valamint alacsonyabb térdlendítéssel sprintelnek, mint a futó atléták (Sayers, 2000). Az alacsonyabb súlyponti helyzet az oldalirányú talaj-reakcióerők létrehozásához szolgáltat kedvezőbb testhelyzetet, ezáltal a futás közbeni irányváltatást segíti (Young és mtsai., 2002). Egy balra történő irányváltás esetében például a testnek balra kell dőlnie, a jobb lábbal a testtől jobbra kell kitámasztást végezni, hogy a talajtól a játékos a kívánt irányba tudja „eltolni” magát, ezáltal a futás irányát megváltoztatni (Young és Farrow, 2006).

A futás közbeni irányváltatást létrehozó kitámasztáskor a comb és a csípő feszítő izmai excentrikus izomműködést végeznek, az ezt követő koncentrikus kontrakció jelenti a talajtól való elrugaszkodást. Ennek megfelelően a szerzők a láb izomzati tényezői közül kiemelt jelentőséget tulajdonítanak a reaktív erőnek, vagyis a hatékony nyújtásos-rövidülési ciklus kivitelezésére való alkalmasságnak. Előnyösnek tartják a kitámasztás során a rövid kontaktidőt, valamint az excentrikus fázis során a térd-, boka-, és csípőízület mérsékelt hajlítását (Young és mtsai., 2002).

Az antropometriai tényezők közül a testmagasság, a testösszetétel, a végtagok hossza, illetve a sportoló tömegközéppontjának talajtól való magassága játszhatnak

szerepet az irányváltoztatással való futógyorsaságban. Feltételezhető, hogy alacsonyabban lévő tömegközéppont előnyt jelent a sportoló számára az irányváltoztatáshoz szükséges oldalirányú erő kifejtéséhez, mivel a tömegközéppont „süllyesztése” kevesebb időt vesz igénybe. Feltehetőleg előnyt jelent az alacsonyabb relatív zsírtömeg is, ugyanakkor az antropometriai paraméterek agilitásban játszott esetleges szerepe a kevésbé feltárt területek közé tartozik (Sheppard és Young, 2006).

Az észleléssel és döntéshozattal kapcsolatos faktorok közül a látással való információszerzést, a szituációk ismeretét, a mintafelismerést és az elővételezést (anticipáció) nevezik meg. A látással való információszerzést a pályáról érkező vizuális ingerek feldolgozására való képességként értelmezik. Elővételezés alatt a játékban előforduló események „megjövendölését” értik, míg a mintafelismerés a játékban előforduló azonos helyzetek felismerését jelenti. A szituációk ismerete alatt a különböző játékhelyzetekben előforduló lehetséges megoldások ismeretét értik, amelyek a korábban szerzett tapasztalatokon alapulnak (Young és mtsai., 2002). Ezek a képességek teszik lehetővé, hogy a játékos a játéktérrel érkező ingerek feldolgozása alapján megfelelő döntéseket hozzon és a játékhelyzetnek megfelelően, hatékonyan reagáljon.

Sheppard és Young (2006) kiemelik, hogy az agilitás sokféle definíciójának oka az agilitásban szerepet játszó faktorok nagy száma. A biomechanika szemszögéből a legfontosabbak a mechanikai jelenségek, a mozgástanulás kutatói nagyobb hangsúlyt fektetnek a mozgás közbeni információfeldolgozásnak, a vizuális ingerre adott reakciónak, döntéshozatalnak, míg a gyakorlati szakemberek az agilitásban szerepet játszó kondicionális faktorokra koncentrálnak. Sheppard és Young. (2006) a következő definíciót javasolják az agilitás fogalmára: *„gyors, egész testtel végzett mozgás, a mozgás sebességének vagy irányának valamilyen ingerre való változtatásával”*. A definíció tehát magában foglalja azt a fontos kitétele, hogy a maximális sebességgel történő mozgás közbeni irány, vagy sebesség megváltoztatás valamilyen ingerre, döntően vizuális ingerre történő reakcióként történik. A gyakorlatban ez azt jelenti, hogy a játékosok a labda, az ellenfél, a saját csapattársak mozgásáról informáló vizuális ingerek folyamatos feldolgozásának függvényében végzik mozgásukat.

2.3.2. Az agilitás tesztelése

Az irányváltoztatást magában foglaló, korábban leírt tesztek leginkább az irányváltoztatással való futás gyorsaságának (change of direction speed, CODS) vizsgálatára alkalmasak, ugyanakkor agilitás tesztként szerepelnek a szakirodalomban. A tesztek nagy változatosságot mutatnak a végrehajtás időtartamát, a tesztben szereplő irányváltások számát és az erő kifejtés elsődleges irányát tekintve (Brughelli és mtsai., 2008).

Meg kell jegyeznünk, hogy nincs általánosan elfogadott eljárás az agilitás tesztelésére, így a nemzetközi szakirodalomban leggyakrabban előforduló futóteszteket röviden ismertetjük. A teszteket három fő csoportba osztottuk: oda-vissza futással végzett tesztek, cikk-cakk vonalban végrehajtott tesztek, különböző alakzatokban végrehajtott tesztek. Az idézett tanulmányok döntő többségében az időeredményt infravörös fotocellás kapu segítségével rögzítették.

2.3.2.1. Oda-vissza futással végzett tesztek

505 teszt

Az 505 teszt (Draper és Lancaster, 1985) 10 méteres felgyorsítási szakasz után következő 5 méter oda-vissza való megtételét jelenti. Az egy darab 180°-os irányváltoztatást magában foglaló, oda-vissza megtett 5 méteres távolság (összesen 10 méter) időeredményét fénysorompó segítségével rögzítik.

Pro-agility teszt

A Pro-agility teszt egy összesen 18.3 méter hosszúságú, két, 180°-os irányváltoztatást magában foglaló futóteszt.

9-3-6-3-9 teszt

A 9-3-6-3-9 teszt 30 méteres táv teljesítését jelenti négy darab 180 fokos irányváltoztatással.

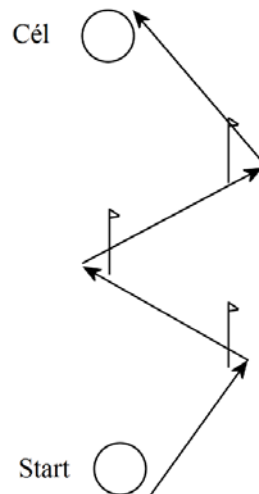
Ingafutás tesztek különböző távokon

A szakirodalomban különböző ingafutások fordulnak elő, melyekben közös, hogy egy bizonyos távolságot kell oda-vissza futással (180° -os irányváltoztatásokkal), többször egymás után megtenni. Malisoux és mtsai. (2006) 6x5 méteres, Barnes és mtsai. (2007) 4x5 méteres, Chaouachi és mtsai. (2017) 4x9 méteres ingafutást alkalmaztak kutatásukban.

2.3.2.2. Cikk-cakk vonalban végzett tesztek

Buttifant és mtsai. (2002) négy, kb. 90° fokos irányváltoztatást magában foglaló, cikk-cakk vonalban vezetett, 20 méter hosszúságú pályát használtak agilitás tesztként. Az irányváltások helyét egymástól 4 méter távolságra lévő rudakkal jelölték, amit a vizsgálati személyeknek kívülről meg kellett kerülniük.

Little és Williams (2005) ehhez hasonló futótesztet alkalmaztak, amely három, 100° -os irányváltoztatást tartalmazott, 20 méteres távolságon (2. ábra)



2. ábra: „Cikk-cakk” teszt (Little és Williams, 2005 nyomán)

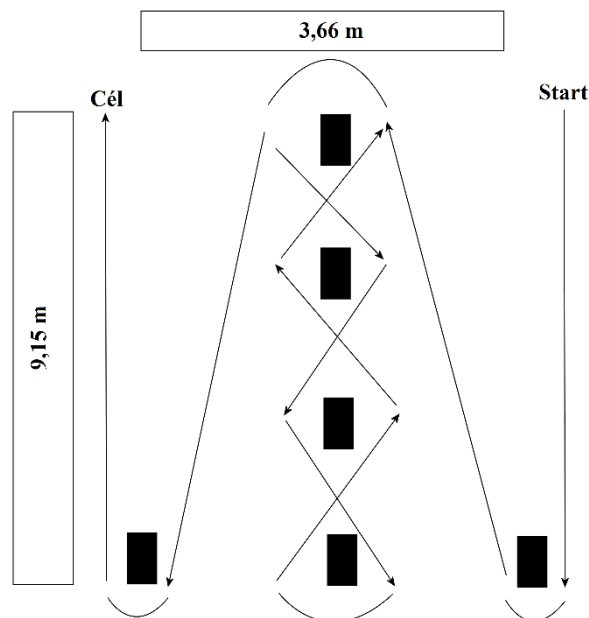
Young és mtsai. (2002) 8 méter hosszúságú, 4 darab 60° -os irányváltoztatással végzett, cikk-cakk vonalban vezetett tesztet alkalmaztak tanulmányukban.

Condello és mtsai. (2013) 15 méter hosszúságú, 2 darab 60° -os irányváltoztatást magában foglaló, cikk-cakk vonalban vezetett futótesztet alkalmaztak.

2.3.2.3. Különböző alakzatokban végrehajtott tesztek

Illinois Agility teszt

Az Illinois Agility teszt (Cureton, 1951) egyenesen és szlalomban végzett futást magában foglaló, kb. 55 méter hosszúságú pálya teljesítését jelenti maximális sebességre való törekvéssel (3. ábra). Az eredeti tesztben a vizsgálati személy hason fekvésből indul a start vonal mögül, egyes tanulmányokban azonban állórajtból indultak a vizsgálati személyek (Fiorilli és mtsai., 2017; Asadi, 2012; Hachana és mtsai., 2014). A sportoló rajt után egy 9.15 méter (10 yard) távolságra lévő bóját kerül meg, és visszafut a rajt vonalában kezdődő bójásor első bójájához, ahonnan oda-vissza, a bóják között szlalomozva fut, majd a rajtvonaltól szintén 9.15 méterre lévő bója megkerülése után áthalad a cél vonalon, ahol a teszt végződik. A tesztet számos kutatásban alkalmazták az agilitás vizsgálatára (Draper, Lancaster, 1985; Keogh és mtsai., 2003; Miller és mtsai., 2006; Jarvis és mtsai., 2009; Asadi, 2012; Akdeniz és mtsai., 2012; Bishop és Middleton, 2013).



3. ábra: Illinois Agility teszt (Sheppard és Young, 2006 nyomán)

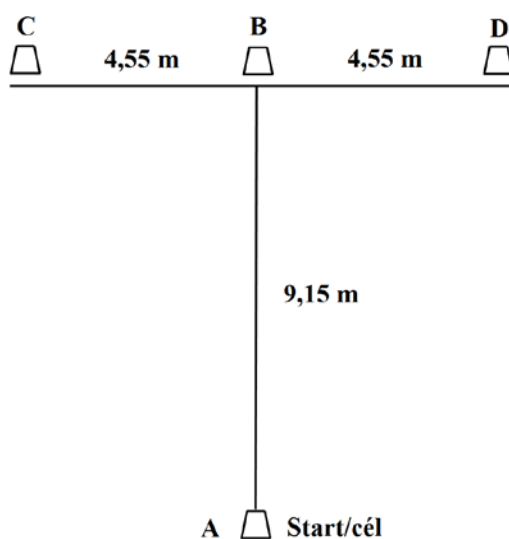
Vescovi és McGuigan (2008) az Illinois teszt módosított, lerövidített változatát alkalmazták, a két egyenes vonalú sprint kihagyásával. A szerzők túl hosszúnak

tartották az eredeti teszt végrehajtásának időtartamát (16-18 sec), mert véleményük szerint ebben az esetben az energianyerési folyamatok szerepe túlságosan kifejezett.

Hachana és mtsai. (2014) szintén alkalmaztak módosított Illinois tesztet, amelyben lerövidítették a bóják közötti távolságokat, illetve a középső bója sorban csak 3 darab bóját helyeztek el.

T-teszt

A Semenick (1990) által kifejlesztett T-teszt során egy összesen 36.5m hosszúságú, "T" alaprajzú pályát kell teljesíteni előre, oldalra és hátrafelé haladással (4. ábra). A vizsgálati személy „A” pontból „B” pontba fut, majd oldalazva teszi meg a következő távot „C” pontig, illetve „C”-től „D”-ig és vissza „B”-ig (a végrehajtás során minden esetben kézzel érintenie kell az adott bóját). „B”-től hátrafelé futással halad „A” pontba, ahol a teszt végződik.

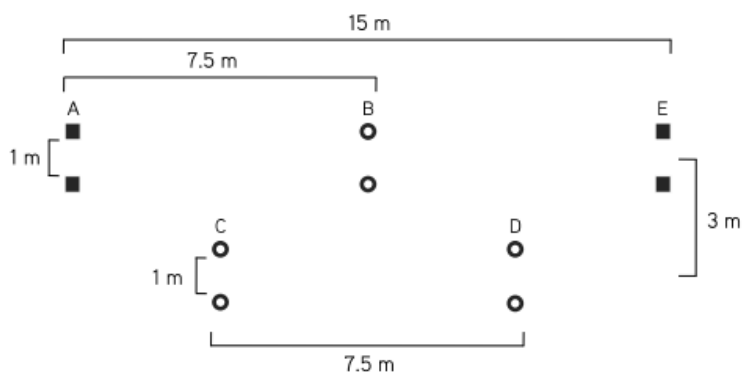


4. ábra: T-teszt (Jakovljević és mtsai., 2011 nyomán)

Balsom Agility teszt

A Balsom Agility teszt egy kb. 35 méter hosszú, 6 irányváltoztatást magában foglaló futóteszt (5. ábra). A vizsgálati személy „A” pontban lévő bójakapu mögül

indul és „B” pontban lévő bójakapuig fut, ahol 180°-os irányváltoztatást követően visszafut „A” pontban lévő bójakapuig. Innen a „C” pontban lévő bójakapun keresztül fut „D” pontban lévő bójakapuig és 180°-os irányváltoztatást végez. Ezután a „C” pontban lévő bójakapun keresztülfut és irányt változtat „B” kapu felé, amin keresztül fut és áthalad az „E” pontban lévő bójakapun, ahol a teszt végződik (Lago-Penas és mtsai., 2014).



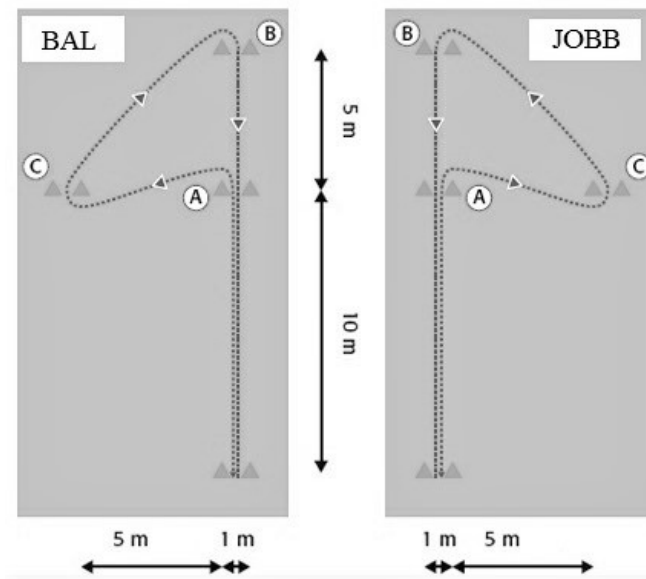
5. ábra: Balsom Agility teszt (Lago-Penas és mtsai., 2014)

L-run

A teszt során egy „L” alakú, kb. 27.4 méter hosszú pályát kell a lehető legrövidebb idő alatt teljesíteni összesen öt irányváltoztatással.

Arrowhead Agility teszt

A teszt során a vizsgálati személy a start vonaltól indulva teljesíti a kb. 35 méter hosszúságú futótesztet, amely közben sorban áthalad az „A”, „C” és „B” jelű bója kapukon a 6. ábrán látható módon. A tesztet bal és jobb oldalra is végre kell hajtani (Bangsbo és Mohr, 2012).



6. ábra: Arrowhead Agility teszt (Bangsbo és Mohr, 2012 nyomán)

A fent leírt tesztek nagy variabilitást mutatnak a megtett távolság (10 - 55 méter), az irányváltoztatások száma (1 - 9 db) illetve az irányváltoztatások szöge (60 - 180°) tekintetében. Ebből következően az egyes tesztek során kapott eredmények nehezen összehasonlíthatóak, mert a különböző tesztek különböző, az agilitás képességben szerepet játszó faktorokra fókuszálhatnak. Mindemellett, ezen képesség tesztelése a labdarúgók fizikai felmérésének fontos része, és az egyszerű, egyenes vonalban történő tesztekkel együtt határozza meg a játékos gyorsaságát és futás közbeni, gyors irányváltoztató képességét (Svensson és Drust, 2005).

A fenti agilitás tesztek Young és mtsai. (2002) modellje és Sheppard és Young (2006) agilitás definíciója szerint tehát nem az agilitás, hanem annak egyik fő komponense, az irányváltoztatással való futás gyorsaságának (CODS) tesztelésére szolgálnak, mert hiányzik belőlük a valamilyen ingerre történő reakció.

2.3.2.4. Reaktív agilitás tesztek

Az agilitás kutatásával foglalkozó szerzők az agilitásban szerepet játszó mindkét fő komponens (irányváltoztatással való futás gyorsasága ill. anticipációval és döntéshozatallal kapcsolatos faktorok) tartalmazó agilitás tesztek kifejlesztését tűzték ki célul (Farrow és mtsai., 2005; Sheppard és mtsai., 2006; Gabbett és mtsai., 2008; Oliver

és Meyers, 2009; Benvenuti és mtsai., 2010; Young és Willey, 2010; Henry és mtsai., 2011; Bullock és mtsai., 2012). Ezekben a tanulmányokban a „reaktív agilitás” kifejezést használják és az alkalmazott tesztekben valamilyen vizuális ingerre történő reakcióként jelenik meg a maximális sebességű futás közbeni irányváltoztatás.

A labdarúgás a nyílt jellegű mozgáskészséget igénylő sportágak közé tartozik, vagyis a játékosok a mérkőzéseken a külső ingerek folyamatos feldolgozása alapján döntéseket hoznak, és mozgásukat ezen döntések következményeképp végzik a pályán (Sheppard és Young, 2006; Young és mtsai., 2001). A játék tehát követelményeket támaszt a játékosok kognitív képességeivel szemben is. Ezek alapján a külső ingerre való reagálás, vagyis az észleléssel és döntéshozattal kapcsolatos faktorok labdarúgók agilitásának tesztelésébe való integrálása logikus és indokolt.

A döntéshozatalhoz szükséges kognitív képességek fontosságát támasztják alá azon kutatások, amelyek különbségeket találtak a magasabb és alacsonyabb szintű játékosok között a fent említett képességek terén. Lex és mtsai. (2015) azt találták, hogy magasabb szintű labdarúgók gyorsabban hoznak döntést taktikai gondolkodást igénylő helyzetben, melynek háttérében a lényeges információk hatékonyabb kiszűrése állhat. Ward és Williams (2003) tanulmányában magasabb szintű ifjúsági labdarúgóknál jobb anticipációs képességet találtak, mint alacsonyabb szintű játékosok esetében. Roca és mtsai. (2011) illetve Williams és mtsai. (1994) szintén jobb anticipációs képességet találtak magasabb szintű labdarúgók esetében.

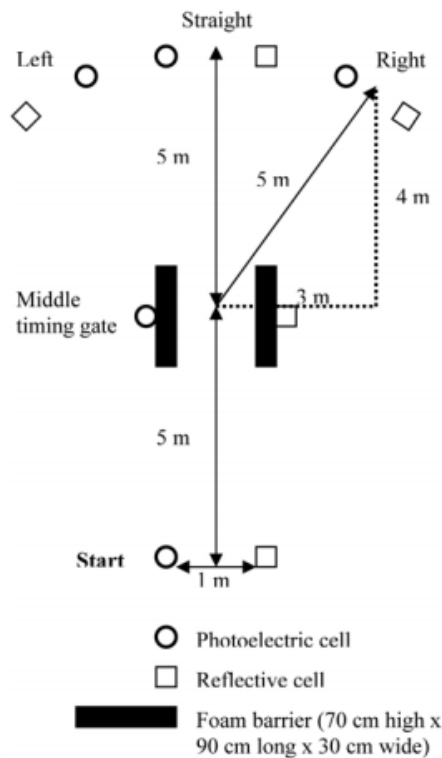
Fent említett kutatások eredményei arra utalnak, hogy bizonyos kognitív képességek magas szintje hozzájárul a labdarúgók teljesítményéhez, mindez pedig alátámasztja a játékosok tesztelésének említett faktorokkal való kiegészítését.

Farrow és mtsai. (2005) korfball játékosok agilitását vizsgálták. Reaktív agilitás tesztjükben életnagyságú videó felvételt használtak vizuális ingerként. A kivetítőn egy támadó játékos szerepelt, aki jobbra, vagy balra passzolta a labdát. A vizsgálati személyeknek maximális sebességű futás közben kellett reagálni a videón látható játékos mozgására, és jobbra, vagy balra egy irányváltoztatást végezni. A teszt teljes hossza kb. 11.4 méter volt, és egy 45°-os irányváltoztatást tartalmazott.

Sheppard és mtsai. (2006) reaktív agilitás tesztjében ugyancsak egy irányváltoztatást kellett végezni maximális sebességű futás közben. A vizsgálati

személyeknek egy segítő személy mozgására kellett reagálniuk. A futóteszt teljes hossza körülbelül 8 - 9 méter volt, az irányváltás szöge megközelítőleg 90°.

Oliver és Meyers (2009) az előzőekhez hasonló, egy irányváltatást magában foglaló reaktív agilitás tesztet fejlesztettek ki. Tesztjükben a vizuális ingert felvillanó lámpák fénye jelentette (7. ábra).



7. ábra: Reaktív agilitás teszt (Oliver és Meyers, 2009)

A Serpell és mtsai. (2010) által, rögbi játékosoknál alkalmazott reaktív agilitás teszt során a vizsgálati személyeknek egy 2 x 2 méter nagyságú felületre kivetített játékos mozgására reagálva kellett irányváltatást végrehajtaniuk.

Henry és mtsai. (2011) az előzőekhez hasonló, egy irányváltatással végrehajtott futótesztet fejlesztettek ki a reaktív agilitás vizsgálatára. Reaktív agilitás tesztjük során a vizsgálati személyek egy 11 méter hosszúságú futótesztet teljesítettek, amelyben egy 45°-os irányváltatást kellett végezniük videofelvételen látható korfball játékos mozgására reagálva.

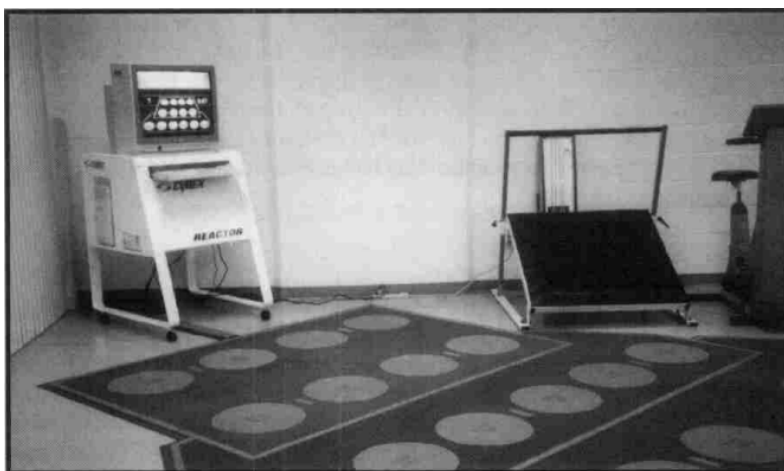
Young és Rogers (2014) ausztrál futball játékosok agilitását vizsgálták. Reaktív agilitás tesztjükben a vizsgálati személyeknek életnagyságban kivetített ellenfél játékos mozgására kellett reagálniuk és maximális sebességre törekvés mellett irányváltatást

végrehajtaniuk. A teszt teljes hossza kb. 7 méter, az irányváltoztatás szöge megközelítőleg 45° volt.

Spiteri és mtsai. (2014) női kosárlabda játékosok reaktív agilitás tesztjében a vizsgálati személyeknek egy kivetített ellenfél játékos mozgására kellett reagálniuk, és egymás után kétszer irányt változtatniuk. Spasic és mtsai. (2015) kézilabda játékosok vizsgálatára fejlesztették ki reaktív agilitás tesztjüket, amely során a vizsgálati személyeknek felvillanó fényre reagálva kellett végrehajtaniuk a feladatot. Sattler és mtsai. (2015) az előzőhöz hasonló reaktív agilitás tesztet dolgoztak ki, amelyben a vizsgálati személyeknek szintén felvillanó fény ingerre kellett reagálni és irányváltoztatást végezni

Benvenuti és mtsai. (2010) futsal és labdarúgó játékosok agilitásának tesztelésére alkalmas reaktív agilitás tesztet fejlesztettek ki. A 7.5 m x 7.5 m méretű, négyzet alakú pálya négy sarkában gömb alakú, nyomásérzékelő világítótesteket helyeztek el. A világítótestek véletlenszerű sorrendben villannak fel, a vizsgálati személynek a felvillanó gömböt lábbal való érintéssel kellett eloltania, ezt követően villant fel a következő gömb.

Hertel és mtsai. (1999), illetve Spierer és mtsai. (2010) 14 nyomásérzékelő platformból, egy monitorból és egy személyi számítógépből álló, agilitás tesztelésére is alkalmas rendszert alkalmaztak (Cybex Reactor, Cybex Corp., Ronkonkoma, NY). A vizsgálati személyeknek a monitoron felvillanó pontoknak megfelelő, talajon lévő nyomásérzékelő pontokat kellett egymás után, a lehető leggyorsabban érinteniük. (8. ábra)



8. ábra: Cybex Reactor (Hertel és mtsai. 1999)

2.3.3. Az agilitás kapcsolata a kondicionális képességekkel

Az agilitással kapcsolatos kutatások egyik fő kérdése, hogy milyen összefüggés figyelhető meg az agilitás képessége és más kondicionális képességek között. Ezen vizsgálatok az agilitás jobb megértését segíthetik, illetve az agilitás fejlesztését célzó edzésmódszerek optimalizálásához nyújthatnak támpontot.

2.3.3.1. Az irányváltatással való futás gyorsasága (CODS) és a gyorsaság kapcsolata

Az agilitással kapcsolatos egyik legfontosabb kérdés, hogy milyen kapcsolatban áll a gyorsasággal. Kiemelt jelentőségük van az ennek a problémának megválaszolását célzó kutatásoknak, mert az agilitás tesztek és a gyorsasági tesztek eredményeinek szoros összefüggése esetén megkérdőjeleződhet az agilitás különálló képességként való értelmezése. Amennyiben az agilitás tesztek és a gyorsasági tesztek eredményei nem mutatnak összefüggést, vagy bizonyos szempontból kevésbé szoros összefüggést mutatnak, akkor arra következtethetünk, hogy az agilitás némileg elkülönül a gyorsaságtól, és nem teljesen azonos képességet jelent.

A gyorsaság tesztelésére általánosan elfogadott a különböző távokon végzett egyenes vonalú futótesztek alkalmazása, míg az agilitás tesztelésére különböző távokon végzett, egy vagy több irányváltást magában foglaló futóteszteket alkalmaztak. Young és mtsai. (2002) agilitás modellje és Sheppard és Young (2006) definíciója alapján ezek a tesztek nem magát az agilitást, hanem annak egyik fő komponensét, az irányváltatással való futás gyorsaságának (change of direction speed, CODS) tesztelését szolgálják, mert hiányoznak belőlük az észleléssel és döntéssel kapcsolatos faktorok. A kutatásokban az agilitás szó szerepel, ugyanakkor a fent leírtak alapján az áttekintésben az „irányváltatással való futás gyorsasága” (CODS) kifejezést használjuk.

Young és mtsai. (1996) kutatásukban ausztrál futball játékosok gyorsaságát és irányváltatással való futás gyorsaságát (CODS) vizsgálták. A gyorsaságot 20 méteres, egyenes vonalú futóteszttel, az irányváltatással való futás gyorsaságát (CODS) 20 méteres, 3 irányváltatást magában foglaló futóteszttel vizsgálták. A futótesztek időeredményei között nem találtak szignifikáns összefüggést, ez alapján a gyorsaságot és az irányváltatással való futás gyorsaságát (CODS) különálló

képességeként jellemezték. Buttifant és mtsai. (2002) szintén nem találtak szignifikáns összefüggést az egyenes vonalban végzett, 20 méteres futóteszt és a négy irányváltoztatást tartalmazó, „cikk-cakk” típusú, 20 méter hosszú CODS teszt időeredményei között labdarúgók csoportjánál.

Pauole és mtsai. (2000) férfi és női, különböző szinten sportoló egyetemi hallgatók gyorsaságát és irányváltoztatással való futás gyorsaságát (CODS) vizsgálták. A 36.57 méteres (40 yard) egyenes vonalban végzett futóteszt, és T-teszt időeredményei között szignifikáns összefüggést találtak a férfiak és a nők esetében egyaránt ($r = 0.55 - 0.73$). Little és Williams (2005) a felgyorsulási képesség, gyorsaság és irányváltoztatással való futás gyorsaságának (CODS) összefüggéseit vizsgálták. Vizsgálati mintájukat 106 profi labdarúgó alkotta. A felgyorsulást 10 méteres futóteszttel, a gyorsaságot 20 méteres, repülőrajttal végzett futóteszttel, az irányváltoztatással való futás gyorsaságát (CODS) 20 méter hosszúságú, 3 irányváltoztatást magában foglaló (cikk-cakk) futóteszttel vizsgálták. A felgyorsulás és gyorsasági futótesztek időeredményei és a CODS teszt időeredményei között szignifikáns összefüggést találtak ($r = 0.346$ ill. $r = 0.458$). A szerzők azonban felhívják a figyelmet arra, hogy a CODS és gyorsaság, valamint a CODS és felgyorsulás változók közötti összefüggés determinációs együtthatója alacsony ($r^2=0.209$ ill. $r^2=0.119$). Thomas és mtsai. (2015) leírása szerint, ha két változó közötti összefüggés determinációs együtthatója kevesebb 0.50-nél, akkor ezen változók bizonyos mértékig függetlenek egymástól. Ez azt jelenti, hogy az egymással szignifikáns összefüggést mutató eredmények ellenére ezek a tulajdonságok specifikusak és egymástól némileg különbözőek.

Draper és Lancaster (1985) az irányváltoztatással való futás gyorsasága (CODS) és gyorsaság összefüggéseit vizsgálták, és irányváltoztatással való futás gyorsaságának tesztelésére legalkalmasabb módszert keresték. Vizsgálati személyeikkel 505, Illinois Agility, Up and back teszteket és 20 méteres egyenes vonalban végzett futótesztet végeztek. A 20 méteres sprint időeredménye nem mutatott szoros összefüggést az 505 teszt eredményeivel, a másik két CODS teszt eredményeivel viszont igen. A szerzők szignifikáns korrelációt találtak a 10 méteres felgyorsítási szakasz időeredménye és az 505 teszt során oda-vissza megtett 5 méteres szakasz időeredménye között. A szerzők szerint az 505 teszt a legalkalmasabb az irányváltoztatással való futás

gyorsaságának (CODS) vizsgálatára, mert az alkalmazott tesztek közül a legkisebb összefüggést mutatja a gyorsasági teszt eredményeivel, ugyanakkor az irányváltásban fontos felgyorsulási képességgel (10 méteres szakasz) szignifikáns összefüggést mutat.

Vescovi és McGuigan (2008) női labdarúgókat és lacrosse játékosokat vizsgáltak. A vizsgálati személyek különböző távokon végzett egyenes vonalú sprint teszteket (9.1 m, 18.3 m, 27.4 m, 36.6 m), vertikális ugrótesztet (counter movement jump) és CODS teszteket (módosított Illinois Agility teszt, Pro Agility teszt) végeztek. A vizsgált változók mindegyike között szignifikáns összefüggést találtak. A CODS tesztek időeredményei és a rövidebb távokon végzett egyenes vonalú sprint tesztek (9.1 m; 18.3 m) időeredményei közötti összefüggés determinációs együtthatója $r^2 = 0.09 - 0.59$ volt. A CODS tesztek időeredményei és a hosszabb sprint tesztek (27.4 m; 36.6 m) időeredményei közötti összefüggés determinációs együtthatója $r^2 = 0.27 - 0.69$ volt. Eredményeik alapján tehát az irányváltoztatással való futás gyorsasága (CODS) és a gyorsaság szignifikáns összefüggést mutat az egyes futótesztek esetében, eltérő determinációs együttható mellett.

Gabbett és mtsai. (2008) kutatásukban rögbi játékosokkal végeztettek egyenes vonalú 5, 10 és 20 méteres futótesztet, illetve 505, módosított 505 és L-run irányváltoztatásokat tartalmazó futóteszteket. Az egyenes vonalban és irányváltoztatásokkal végzett futótesztek időeredményei között szignifikáns összefüggéseket találtak ($r = 0.52 - 0.73$).

Condello és mtsai. (2013) egyetemi szintű amerikai futball játékosoknál szignifikáns összefüggést találtak 15 méteres egyenes vonalú és 15 méteres, két irányváltoztatást tartalmazó, cikk-cakk vonalban vezetett futóteszt időeredményei között ($r = 0.86$). Young és mtsai. (2015b) szignifikáns összefüggést találtak ausztrál futball játékosok esetében az irányváltoztatással végzett futóteszt és 10 méteres egyenes vonalú futóteszt időeredményei között ($r = 0.510$). Negra és mtsai. (2017) ifjúsági labdarúgó és kézilabda játékosok esetében szignifikáns összefüggést találtak az egyenes vonalú futóteszt és Illinois Agility teszt valamint T-teszt időeredményei között. Scanlan és mtsai. (2014) nem találtak szignifikáns összefüggést 5, 10 és 20 méteres egyenes vonalú futóteszt és egy irányváltoztatást magában foglaló CODS futóteszt időeredményei között kosárlabdázók csoportjánál. Tomas és mtsai. (2014) nem találtak szignifikáns összefüggést egyenes vonalú futótesztek (5, 10, 20 méter) és 7 irányváltoztatást

magában foglaló CODS futóteszt időeredményei között elit ifjúsági labdarúgók csoportjánál.

A kutatások eredményeinek összehasonlítását nehezíti, hogy a kutatók különböző mintákon és eltérő módszerekkel, több féle futóteszt használatával végezték a vizsgálatokat. Összességében elmondható, hogy ausztrál futball játékosoknál, kosárlabdázóknál, és ifjúsági labdarúgóknál nem találtak szignifikáns összefüggést az irányváltoztatással való futógyorsaság (CODS) tesztelésére használt négy, három illetve hét irányváltoztatást tartalmazó futóteszt és egyenes vonalú futóteszt időeredményei között (Buttifant és mtsai., 2002; Young és mtsai., 2006; Tomas és mtsai., 2014; Scanlan és mtsai., 2014).

Női és férfi labdarúgóknál, női lacrosse játékosoknál, férfi rögbi játékosoknál, férfi amerikai futball játékosoknál, ifjúsági labdarúgóknál és kézilabdázóknál, ausztrál futball játékosoknál, illetve különböző sportágakat űző női és férfi egyetemi sportolóknál szignifikáns összefüggést találtak az egyenes vonalú futóteszt és a különböző, irányváltoztatásokat tartalmazó futótesztek eredményei között (Draper és Lancaster, 1985; Pauole és mtsai., 2000; Little és Williams, 2005; Vescovi és mtsai., 2008; Gabbett és mtsai., 2008; Condello és mtsai., 2013; Young és mtsai., 2015b; Negra és mtsai., 2017). Több szerző kiemeli, hogy a szignifikáns korreláció mellett a két változó közös varianciáját mutató determinációs együttható alacsony mivolta ($r^2 < 0.5$) arra utal, hogy az adott változók némileg specifikusak és a közöttük lévő összefüggés nem mondható szorosnak.

Az agilitás és gyorsaság közötti összefüggés feltárásának egy másik lehetséges irányát jelenti különböző, specifikus edzésmódszerek alkalmazása és az ezek által elért esetleges fejlődés hatásának kimutatása különböző futótesztek felhasználásával. Young és mtsai. (2001) kutatásukban két csoportra osztották vizsgálati személyeiket. Mindkét csoport hat héten keresztül, heti két alkalommal végzett specifikus edzéseket. Az egyik csoporttal az egyenes vonalú sprintelés fejlesztését tűzték ki célul, míg a másik csoport irányváltoztatással végzett futások gyorsaságát fejlesztő gyakorlatokat végzett. Az edzés hatékonyságának ellenőrzésére egyenes vonalú futótesztet és különböző számú, és szögű irányváltoztatást (2 - 5 darab, 20 - 80°) magában foglaló futóteszteket (CODS) alkalmaztak. Eredményeik alapján az irányváltoztatással való futás gyorsaságának fejlesztésére kidolgozott edzésprogram szignifikáns javulást eredményezett az

irányváltatással végzett futótesztek eredményeiben, de nem volt szignifikáns hatással az egyenes vonalú sprint teszt eredményére. Az egyenes vonalú gyorsaság edzése mérsékelten fejlesztette az irányváltatást magában foglaló futás gyorsaságát. Minél több volt az irányváltatás száma az adott agilitás tesztben, annál kevésbé mutattak javulást az eredmények a kiinduló eredményekhez képest. Az egyenes vonalú gyorsaság edzése nem eredményezett szignifikáns fejlődést a nagyobb szögben való, vagy kettőnél több irányváltatást magában foglaló futótesztek esetében. Young és mtsai. (2001) munkája alapján az irányváltatással való futás gyorsasága és az egyenes vonalú gyorsaság fejlesztése specifikus eljárásokat követel, és minél több az irányváltatás az edzés hatásának kimutatására felhasznált futótesztben, annál kevésbé figyelhető meg transzferhatás a két típusú edzőmunka között.

A gyorsaság és az agilitás közötti összefüggések feltárásának léteznek további lehetséges megközelítései. Mayhew és mtsai. (1989) amerikai futball játékosok gyorsaságát, agilitását, anaerob teljesítményét, testösszetételét vizsgálták. A változókkal végzett faktoranalízis eredményeként az agilitást a gyorsaságtól elkülöníthető faktorként jelölték meg. Baker (1999) profi és alacsonyabb szintű rögbi játékosok teljesítményének különbségeit vizsgálta. A két csoport hasonló eredményeket produkált az egyenes vonalú gyorsasági tesztben, a profi játékosok azonban egyértelműen jobban teljesítettek az irányváltatást magában foglaló futóteszten, mint az alacsonyabb szintű játékosok. Yanci és mtsai. (2016) alacsonyabb és magasabb szintű labdarúgó játékosok csoportjának megkülönböztetésére alkalmasabbnak találták a módosított T-tesztet, mint az 5 és 15 méteres egyenes vonalú futóteszteket. Az egyenes vonalú futótesztek nem mutattak szignifikáns különbséget a játékosok különböző szintű csoportjai között, míg az irányváltatásokkal végzett futóteszt igen. Ramos-Campo és mtsai. (2016) magasabb és alacsonyabb szintű női futsal játékosok csoportjának megkülönböztetését tűzték ki tanulmányuk céljául. Irányváltatásokat magában foglaló, 30 méter hosszúságú futótesztben a magasabb szintű játékosok szignifikánsan jobban teljesítettek, mint az alacsonyabb szintű játékosok, míg az egyenes vonalú, 30 méteres futótesztben nem volt kimutatható szignifikáns különbség a két csoport között.

Young és mtsai. (2002) modellje, illetve Sheppard és Young (2006) definíciója alapján a fent említett irodalmak az agilitás egyik fő komponensét, az irányváltatással való futás gyorsaságát (CODS) vizsgálták, eredményeik ennek a

komponensnek a gyorsasággal való összefüggéseiről nyújtanak információkat. Egyes szerzők nem találtak szignifikáns összefüggést a gyorsaság és az irányváltoztatással való futás gyorsasága (CODS) között (Young és mtsai., 1996; Buttifant és mtsai., 2002). Mások szignifikáns korrelációt találtak a két képességet reprezentáló változó között (Draper és Lancaster, 1985; Little és Williams, 2005; Vescovi és McGuigan, 2008; Pauole és mtsai., 2000, Gabbett és mtsai., 2008, Condello és mtsai., 2013; Young és mtsai., 2015b; Negra és mtsai., 2017). Közülük többen kiemelik a két változó közös varianciáját mutató alacsony ($r^2 < 0.5$) determinációs együtthatót. Young és mtsai. (2001) munkája alapján az egyenes vonalú és irányváltoztatással való futógyorsaság fejlesztése specifikus eljárásokat követel. A Mayhew és mtsai. (1989) által végzett vizsgálat eredményei alapján az irányváltoztatással való futás gyorsasága (CODS) a gyorsaságtól elkülöníthető faktorként jelentkezik. Baker (1999) eredményei alapján profi és amatőr rögbi játékosok csoportjainak megkülönböztetésére alkalmasabb az irányváltoztatást magában foglaló futóteszt, mint az egyenes vonalú.

A gyorsaság és irányváltoztatással való futás gyorsasága (CODS) közötti összefüggés az eddigi eredmények alapján nem egyértelmű. A kutatók egyetértenek abban, hogy ezen képesség bizonyos mértékig elkülönül a gyorsaságtól és a további vizsgálatok szükségessége mellett specifikus tesztelést, fejlesztést javasolnak. Figyelembe véve a fenti megállapítást, felmerül a kérdés, hogy milyen összefüggés áll fenn a gyorsaság és agilitás között, amennyiben az agilitás tesztelésére felhasznált futóteszt tartalmazza a másik fő komponens, vagyis az észleléssel és döntéshozással kapcsolatos faktorokat is.

2.3.3.2. Az irányváltoztatással való futás gyorsasága (CODS), a reaktív agilitás és a gyorsaság összefüggései

Farrow és mtsai. (2005) szerint az addigi „agilitás” tesztek, amellet, hogy reliábilisak és validak, előre tervezett mozgásokból állnak, míg a mérkőzések során végzett aktivitások az előre nem, vagy nem teljesen bejósolható külső ingerek függvényében történnek. A játékban megjelenő agilitás teszteléséhez a vizsgálati módszereknek tartalmazniuk kell észleléssel kapcsolatos komponens is. A témával foglalkozó kutatók olyan agilitás teszteket fejlesztettek ki, amelyekben az agilitás mindkét fő komponense megjelenik (irányváltoztatással való futás gyorsasága, illetve

észleléssel és döntéshozatallal kapcsolatos faktorok). Az alkalmazott tesztekben vizuális ingerre való reagálásként jelenik meg az irányváltoztatás, maximális sebességre való törekvés mellett. A szerzők az ilyen típusú tesztekkel vizsgált képesség megnevezésére a „reaktív agilitás” kifejezést használják. További érdekes kérdés, hogy az ilyen típusú agilitás tesztek, és a hagyományos, előre tervezett, irányváltoztatással végzett futótesztek (CODS) eredményei összefüggenek-e egymással, és ha igen, milyen mértékben. Az előbb említett eredmények közötti szoros összefüggés ugyanis megkérdőjelezheti a reaktív agilitás elkülönítésének szükségességét. A továbbiakban a reaktív agilitással foglalkozó tanulmányok eredményeit röviden ismertetjük.

Sheppard és mtsai. (2006) ausztrál-futball játékosok gyorsaságát, irányváltoztatással való futógyorsaságát (CODS) és agilitását (reaktív) vizsgálták. A reaktív agilitás tesztelésére a korábban ismertetett futótesztet alkalmazták, amely során a vizsgálati személyeknek egy segítő személy mozgására kellett reagálniuk és maximális sebességre törekvés mellett irányváltoztatást végezniük. A reaktív agilitás teszt mellett irányváltoztatásos futótesztet (CODS) is végeztek a vizsgálati személyekkel, amely a reaktív agilitás tesztől annyiban különbözött, hogy nem kellett a segítő mozgására reagálni, tehát előre tervezett volt az irányváltoztatás. Ezeken kívül egyenes vonalú sprint tesztet is végeztek, az előzőekhez hasonló távolságon (10 méter). Vizsgálatukban az egyenes vonalú futóteszt időeredménye erős, szignifikáns korrelációt mutatott az előre tervezett CODS tesztel ($r^2 = 0.54$), míg gyenge szignifikáns korrelációt a reaktív agilitás tesztel ($r^2 = 0.11$). Az előre tervezett, irányváltoztatással végzett futóteszt (CODS) és a reaktív agilitás teszt eredménye szintén szignifikáns összefüggést mutatott ($r^2 = 0.1$). Az egyenes vonalú futóteszt és a CODS teszt időeredménye nem mutatott szignifikáns különbséget magasabb és alacsonyabb szintű játékosok között, míg a reaktív agilitás teszt időeredménye szignifikáns különbséget mutatott a két csoport között.

Gabbett és mtsai. (2008) rögbi játékosok gyorsaságát, irányváltoztatással való futógyorsaságát (CODS) és reaktív agilitását vizsgálták. A reaktív agilitást a korábban már ismertetett futótesztel vizsgálták, ahol egy vizsgálatot segítő személy mozgására kellett reagálni és irányt változtatni. Az irányváltoztatással való futás gyorsaságának vizsgálatára (CODS) 505, módosított 505 és L-run teszteket alkalmaztak, míg a gyorsaságot különböző távokon (5, 10, 20 méter) végzett egyenes vonalú futásokkal

tesztelték. Szignifikáns összefüggést találtak az irányváltoztatással való futás gyorsasága (CODS), a reaktív agilitás és az egyenes vonalú futótesztek eredményei között. Gyenge szignifikáns korrelációt találtak a reaktív agilitás és CODS között, alacsony determinációs együtthatóval ($r^2 = 0.16 - 0.34$). A reaktív agilitás teszt során rögzítették a döntési időt, ami a vizsgálatot segítő személy mozdulata és a vizsgálati személy irányváltoztatást létrehozó kitámasztása között eltelt időtartamnak felel meg. A CODS teszt eredménye nem mutatott összefüggést a reaktív agilitás tesztben mért döntési idővel. Eredményeik alapján az agilitásban szerepet játszó észleléssel és döntéshozatallal kapcsolatos faktorok szerepének fontosságát hangsúlyozzák.

Oliver és Meyers (2009) sportegyetemi hallgatók csoportjánál találtak szignifikáns összefüggést a 10 méteres egyenes vonalú sprint teszt, és a CODS teszt, illetve a reaktív agilitás teszt időeredményei között minden variációban ($r^2 = 0.83 - 0.93$). Young és mtsai. (2015) az egyenes vonalú gyorsaság, irányváltoztatással való futógyorsaság és reaktív agilitás összefüggéseit vizsgálták ausztrál futball játékosoknál. Vizsgálatukban a 10 méteres, egyenes vonalú futóteszt időeredménye szignifikáns összefüggést mutatott a CODS futóteszt időeredményével ($r = 0.510$), de nem korrelált szignifikánsan a reaktív agilitás teszt időeredményével. Az irányváltoztatással végzett futóteszt időeredménye nem mutatott szignifikáns összefüggést a reaktív agilitás teszt időeredményével.

Spiteri és mtsai. (2014) női elit kosárlabda játékosok irányváltással való futógyorsaságát és reaktív agilitását vizsgálták, és nem találtak szignifikáns összefüggést a reaktív agilitás teszt, illetve az 505 és T-teszt irányváltoztatással végzett futótesztek időeredményei között. Scanlan és mtsai. (2014) ehhez hasonlóan nem találtak szignifikáns összefüggést egy irányváltoztatást magában foglaló CODS futóteszt és reaktív agilitás teszt időeredményei között kosárlabdázók csoportjánál.

Farrow és mtsai. (2005) szignifikáns összefüggést találtak az alkalmazott reaktív agilitás teszt és a CODS teszt időeredményei között ($r = 0.7$) egyetemi szintű korfball játékosok csoportjánál. Lockie és mtsai. (2014) amatőr és félprofi kosárlabdázókkal végeztek egyenes vonalú, CODS és reaktív agilitás teszteket. Szignifikáns összefüggéseket találtak az egyenes vonalú futóteszt és a CODS teszt időeredményei között. A reaktív agilitás teszt esetében az egyik oldalra végzett irányváltás esetén szignifikáns, míg a másik oldalra végzett irányváltás esetén nem szignifikáns

kapcsolatot találtak a CODS teszt és az egyenes vonalú teszt eredményeivel. A végrehajtott tesztek közül csak a reaktív agilitás teszt volt alkalmas a különböző szintű játékosok közötti különbség kimutatására.

Sattler és mtsai. (2015) tanulmányában a reaktív agilitás teszt időeredménye szignifikáns összefüggést mutatott a CODS teszt időeredményével férfi és női egyetemi sportolók csoportjánál ($r = 0.51$, $r = 0.65$). Spasic és mtsai. (2015) szintén szignifikáns összefüggést találtak a reaktív agilitás teszt időeredménye és az irányváltással végzett futóteszt (CODS) időeredménye között férfi és női kézilabda játékosok esetében ($r = 0.40$; $r = 0.42$).

A fent említett kutatások többségében a gyorsaság tesztelésére alkalmazott egyenes vonalú futóteszt és a reaktív agilitás teszt időeredményei szignifikáns összefüggést mutatnak (Sheppard és mtsai., 2006; Gabbett és mtsai., 2008, Oliver és Meyers, 2009). Young és mtsai. (2015) azonban nem találtak szignifikáns összefüggést az egyenes vonalú futóteszt és a reaktív agilitás teszt időeredményei között.

Az előre tervezett, irányváltoztatással végzett futótesztek (CODS) és a reaktív agilitás tesztek eredményei közötti összefüggést vizsgáló tanulmányok közül Farrow és mtsai. (2005), Sheppard és mtsai. (2006), Gabbett és mtsai. (2008), Oliver és Meyers (2009), Lockie és mtsai. (2014), Spasic és mtsai. (2015), Sattler és mtsai. (2015), szignifikáns összefüggést találtak az időeredmények között. Jóval kevesebb tanulmány esetében nem mutattak összefüggést a fent említett tesztek időeredményei (Spiteri és mtsai., 2014, Scanlan és mtsai., 2014; Young és mtsai., 2015).

Az eredmények értelmezésekor figyelembe kell vennünk, hogy a tanulmányok túlnyomó többségében a szerzők által alkalmazott, előre tervezett (CODS), illetve reaktív agilitás tesztek egy irányváltoztatást tartalmaztak. Ebben az esetben, az agilitásban szerepet játszó kognitív tényezők feltehetően kevés „teret” kapnak arra, hogy a teljesítményben érvényesülni tudjon jelentőségük. Felmerül a kérdés, hogy az egymás után következő, véletlenszerű vizuális ingerekre való reagálást, ezáltal több, és előre nem kiszámítható irányváltoztatást magában foglaló (reaktív agilitás) futóteszt időeredményei milyen összefüggést mutatnak az egyenes vonalú futóteszt és a CODS futóteszt eredményeivel. Az ilyen típusú vizsgálat eredményei a reaktív agilitás, az irányváltoztatással való futás gyorsasága (CODS) és a gyorsaság összefüggéseinek jobb megértését segíthetik. Az eredmények alátámaszthatják vagy megkérdőjelezhetik a

reaktív agilitás elkülönítésének szükségességét, egyúttal a vizuális ingerre való reagálást magában foglaló tesztelési eljárások alkalmazását.

2.3.3.3. Az irányváltoztatással való futás gyorsasága (CODS) és a láb erejének kapcsolata

A szakirodalomban általánosan elfogadott, hogy a láb dinamikus ereje és a futógyorsaság szoros összefüggésben állnak egymással (Baker és Nance, 1999; Wisløff és mtsai., 2004; Smirniotou és mtsai., 2008; Alemdaroğlu, 2012; Ingebrigtsen és Jeffreys, 2012; Bret és mtsai., 2002). Az előző fejezetben láttuk, hogy a gyorsaság és az irányváltoztatással való futás gyorsasága (CODS) nincsenek szoros összefüggésben, illetve a közöttük lévő összefüggés nem egyértelmű. Mindezek alapján felmerül a kérdés, hogy milyen összefüggés áll fenn az irányváltoztatással való futás gyorsasága és a láb ereje között.

A témával foglalkozó kutatások közül sokan valamilyen láb erő mérésére alkalmas teszt és a CODS futóteszt eredményei közötti összefüggést vizsgálták. A láb dinamikus erejének mérésére széles körben alkalmazott eljárás a különböző, horizontális és vertikális ugrótesztek alkalmazása. Ezekben a tanulmányokban az ugrótesztek és a futótesztek eredményei közötti összefüggések vizsgálatával igyekeztek feltárni az irányváltoztatással való futás gyorsasága és a láb ereje közötti esetleges összefüggéseket.

Webb és Lander (1983) kutatásában vertikális és horizontális ugrótesztet alkalmaztak a láb dinamikus erejének mérésére, illetve L-run három irányváltoztatást magában foglaló CODS futótesztet. Nem találtak szignifikáns összefüggést a futóteszt és az ugrótesztek eredményei között. Young és mtsai. (1996) szintén nem találtak összefüggést a testtömeg 50%-ával, végzett vertikális ugróteszt (counter movement jump, CMJ) és súly nélkül végzett CMJ, és cikk-cakk típusú CODS teszt eredményei között ausztrál-futball játékosoknál.

Young és mtsai. (2002) sem találtak szignifikáns összefüggést izokinetikus guggolás és CODS futóteszt eredményei között. Ugyanebben a vizsgálatban a négy irányváltoztatást magában foglaló CODS futóteszt és az egy lábbal, illetve két lábbal végzett mélybeugrásból való felugrás (Drop Jump, DJ) eredményei között szignifikáns negatív korrelációt találtak ($p < 0.005$; $r = -0.54$ ill. $r = -0.59$). A vizsgálat további

eredménye volt, hogy az egy lábbal végzett DJ felugrási magassága alapján meghatározott erősebb lábbal gyorsabban váltottak irányt a vizsgálati személyek a futótesztek során (1.5%, $p < 0.05$).

Djevalikian (1993) szignifikáns összefüggést talált DJ és Boomerang run hét irányváltoztatást magában foglaló CODS futóteszt eredményei között női labdarúgóknál. Peterson és mtsai. (2006) női és férfi egyetemi röplabda játékosok erejét, gyorsaságát és irányváltoztatással való futó gyorsaságát vizsgálták. Az alsó végtag erejének mérésére vállra vett súllyal végzett guggolást, illetve vertikális (CMJ) és horizontális (helyből távolugrás) ugróteszteket, a gyorsaság tesztelésére egyenes vonalú futóteszteket, a CODS tesztelésére T-tesztet végeztek. A nők esetében a T-teszt időeredményei szignifikáns összefüggést mutattak a guggolás teszt ($r = 0.408$), a vertikális ($r = 0.713$) és a horizontális ugróteszt ($r = 0.788$) eredményeivel. A férfiak esetében a helyből távolugrás szignifikáns összefüggést mutatott a T-teszt eredményével ($r = 0.613$), ugyanakkor a vertikális ugróteszt eredményével nem. Pauole és mtsai. (2000) szintén szorosabb összefüggést találtak női egyetemi sportolók csoportjánál a T-teszt és a CMJ eredményei között, mint férfiaknál. Eredményeik mindkét nem esetében szignifikáns kapcsolatot mutattak.

Barnes és mtsai. (2007) női röplabda játékosokkal végeztek vertikális ugróteszteket és CODS tesztet. Szignifikáns összefüggést találtak a vertikális ugróteszt (CMJ) során mért felugrási magasság és a CODS futóteszt során mért időeredmény között ($p < 0.05$, $r = -0.58$). Kapidžić és mtsai. (2011) szintén szignifikáns összefüggéseket találtak vertikális ugrótesztek (counter movement jump, drop jump, squat jump) és CODS futóteszt eredményei között amatőr labdarúgók csoportjánál ($r = -0.42 - -0.44$).

Jones és mtsai. (2009) egyetemi sportolókkal végeztek vertikális ugróteszteket és 505 futótesztet. Eredményeik alapján a CMJ tesztben mért felugrási magasság és az 505 futóteszt időeredménye szignifikáns összefüggést mutatott ($r = -0.498$), míg a DJ tesztben mért felugrási magasság nem mutatott szignifikáns összefüggést az 505 teszt eredményeivel. Spiteri és mtsai. (2014) elit női kosárlabdázók csoportjánál mutattak ki szignifikáns összefüggést 505 és T-teszt időeredményei és CMJ ugróteszt, izometriás felhúzás, illetve vállra vett súllyal végzett koncentrikus és excentrikus guggolás tesztek eredményei között ($r = 0.791 - 0.892$).

Young és mtsai. (2015b) ausztrál futball játékosoknál szignifikáns összefüggést mutattak ki DJ ugróteszt és egy irányváltoztatást magában foglaló CODS futóteszt eredményei között. Ugyanebben a tanulmányban a CMJ során mért felugrási magasság nem volt szignifikáns összefüggésben a CODS teszt eredményeivel.

Sattler és mtsai. (2015) CODS tesztben nyújtott teljesítmény alapján két csoportra osztották egyetemi szintű sportolókból álló vizsgálati mintájukat. A CODS tesztben jobban teljesítők csoportja szignifikánsan jobb eredményt ért el a CMJ ugrótesztben mért felugrási magasságban és a DJ teszt alapján számított reaktív indexben.

A felsorolt kutatások közül háromban alkalmazták a T-tesztet az irányváltoztatással való futás gyorsaságának vizsgálatára, a többi tanulmányban különböző futótesztet alkalmaztak. A láb erejének mérésére szolgáló tesztek és a futóteszt eredményeinek összevetését alkalmazó kutatások eredményeinek értelmezésekor figyelembe kell vennünk, hogy sokféle CODS tesztet alkalmaztak, különböző vizsgálati mintákon. Mindezek megnehezítik a tanulmányok eredményeinek összehasonlítását.

Összességében elmondható, hogy a vizsgálatok többségében szignifikáns összefüggéseket találtak a vertikális ugróteszt és az irányváltoztatással végzett futóteszt eredményei között. A CMJ tesztben mért felugrási magasság a legtöbb kutatásban szignifikáns összefüggést mutatott a CODS tesztben mért időeredménnyel (Peterson és mtsai., 2006; Pauole és mtsai., 2000; Barnes és mtsai., 2007; Kapidžić és mtsai., 2011; Jones és mtsai., 2009; Spiteri és mtsai., 2014, Sattler és mtsai., 2015). Ezzel ellentétben Peterson és mtsai. (2006), Young és mtsai. (1996), illetve Young és mtsai. (2015b) kutatásában nem találtak szignifikáns kapcsolatot. Utóbbi két tanulmány esetében a jelenség egy lehetséges magyarázata, hogy a CODS futóteszt egy, illetve három irányváltoztatást tartalmazott. A rövidebb távokon, több irányváltoztatást tartalmazó futóteszt időeredménye feltehetően szorosabb összefüggést mutat a láb erejét vizsgáló tesztekkel (Sheppard és Young, 2006).

A DJ teszt eredménye a legtöbb esetben szintén szignifikáns összefüggést mutatott a CODS teszt eredményével (Djevalikian, 1993; Young és mtsai., 2002; Kapidžić és mtsai., 2011; Young és mtsai., 2015b). Jones és mtsai. (2009) ezzel ellentmondásos eredményt kaptak. Nők csoportjánál szorosabb összefüggés mutatkozott

a láb ereje és CODS tesztben mutatott teljesítmény között (Peterson és mtsai., 2006; Pauole és mtsai., 2000).

Az irányváltoztatással való futás gyorsasága és a láb ereje közötti összefüggések feltárásának másik lehetséges megközelítése a különböző erőfejlesztő edzésprogramok hatásának kimutatása a CODS tesztben megnyilvánuló teljesítményen keresztül. Hoffman és mtsai. (2004) nem találtak szignifikáns fejlődést a T-teszt időeredményében egyetemi amerikai futball játékosok csoportjánál, súlyemelő és erőemelő gyakorlatokkal végzett, tizenöt hetes, maximális erőfejlesztést célzó edzésprogram alkalmazásának hatására. Harris és mtsai. (2000) szintén nem találtak szignifikáns fejlődést a 10 yardos ingafutás eredményében szabadsúlyokkal végzett, 9 hetes, maximális erőfejlesztő edzésprogram hatására, edzett fiatal felnőttek csoportjánál. Ugyanebben a kutatásban a maximális és gyorsuló fejlesztést is végzők csoportjánál szignifikáns fejlődést tapasztaltak a 10 yardos ingafutás teljesítményben.

Tricoli és mtsai. (2005) nem találtak szignifikáns fejlődést CODS futóteszt teljesítményben sportegyetemi hallgatóknál, súlyemelő gyakorlatokkal és szökdelő gyakorlatokkal végzett erőfejlesztő edzés hatására sem. Brito és mtsai. (2014) szintén nem tapasztaltak szignifikáns fejlődést egyetemi labdarúgóknál, 9 hetes, maximális erőfejlesztő, pliometriás gyakorlatokkal végzett, illetve ezek kombinációjából álló edzésprogramok hatására a T-tesztben mért időeredményben. Hammami és mtsai. (2016) sem találtak szignifikáns fejlődést a különböző CODS futótesztek időeredményében gátak feletti szökdelést és mélybeugrásból felugrást alkalmazó 8 hetes edzésprogram hatására, ifjúsági labdarúgók csoportjánál.

A fentiekkel ellentétben McBride és mtsai. (2002) szignifikáns fejlődést mutattak ki amatőr sportolók csoportjánál a T-tesztben mért időeredményben, 8 hetes, vállra vett súllyal végzett felugrásokat tartalmazó edzésprogram hatására. Miller és mtsai. (2006) szintén szignifikáns fejlődést tapasztaltak pliometriás gyakorlatokkal végzett, 6 hetes edzésprogram hatására Illinois Agility, és T-teszt CODS tesztekben mért időeredményben. Ehhez hasonlóan Malisoux és mtsai. (2006) szignifikáns fejlődést találtak 6 x 5 méteres ingafutás tesztben mért időeredményben gátak feletti szökdeléssel és mélybeugrásból való felugrással végzett, pliometriás edzésprogram hatására. Thomas és mtsai. (2009), valamint Asadi (2012) egyaránt szignifikáns fejlődést mutattak ki 505, illetve Illinois Agility és T-teszt során mért időeredményben

CMJ és DJ gyakorlatokkal végzett edzésprogram hatására, ifjúsági labdarúgók és egyetemi sportolók csoportjánál. Váczi és mtsai. (2013) amatőr labdarúgóknál találtak szignifikáns fejlődést 6 hetes, gátak feletti szökdelésből és mélybeugrásból végzett felugrást tartalmazó, pliometriás edzésprogram hatására.

Garcia-Pinillos és mtsai. (2014) izometriás és pliometriás gyakorlatokból álló edzésprogramot alkalmaztak ifjúsági labdarúgók csoportjánál. Tizenkét hetes erőfejlesztő programjuk hatására szignifikáns fejlődést figyeltek meg a Balsom Agility teszt során mért időeredményben. Chaouachi és mtsai. (2017) szintén szignifikáns fejlődést mutattak ki ifjúsági labdarúgóknál 8 hetes, egyensúly fejlesztő és pliometriás gyakorlatokkal végzett edzésprogramjuk hatására a 4 x 9 méteres ingafutás teszt időeredményében.

A különböző, erőfejlesztő edzésprogramok hatását vizsgáló tanulmányok közül Hoffman és mtsai. (2004), Harris és mtsai. (2000), Tricoli és mtsai. (2005), Brito és mtsai. (2014), Hammami és mtsai. (2016) nem találtak szignifikáns fejlődést a CODS tesztben mért időeredményben. Az öt tanulmányból négyben nagy ellenállásokkal végzett, maximális erőfejlesztés célzó edzésprogramot alkalmaztak, ez alapján a maximális erőfejlesztő edzés nem okoz szignifikáns fejlődést az irányváltatással való futás gyorsaságában.

A szignifikáns fejlődést kimutató tanulmányok mindegyike dinamikus, gyors erőfejlesztést célzó edzésprogramot alkalmazott (McBride és mtsai., 2002; Miller és mtsai., 2006; Malisoux és mtsai., 2006; Thomas és mtsai., 2009; Asadi, 2012; Váczi és mtsai., 2013; Garcia-Pinillos és mtsai., 2014; Chaouachi és mtsai., 2017). Ezen kutatások eredményei alapján a gyors erő, illetve a reaktív erő szerepet játszik az irányváltatással való futás gyorsaságában. A reaktív erő fontos tényezője a nyújtásos-rövidülési ciklus hatékony végrehajtására való képesség, amely során az izom az excentrikus kontrakció fázisában megnyúlik és többek között a párhuzamos, illetve soros elasztikus elemeknek köszönhetően elasztikus energiát tárol, amelyet az excentrikus fázist követő koncentrikus fázisban hasznosít. A reaktív erőnek az irányváltatást létrehozó kitámasztáskor lehet szerepe, amikor a boka, térd és csípő ízületet mozgató izmok a test fékezésakor excentrikus izomműködést végeznek, majd az új mozgásirányba való elrugaszkodáskor koncentrikus kontrakciót hajtanak végre, felhasználva a kitámasztás excentrikus fázisában felhalmozott elasztikus energiát. A

pliometriás gyakorlatok célzottan használják ki a nyújtásos-rövidülési ciklus során végbemenő elasztikus energia hasznosítást. Az alsó végtag esetében legtöbbször különböző ugró és szökdelő gyakorlatokat alkalmaznak. A reaktív erő irányváltoztatással való futás gyorsaságban játszott szerepét alátámasztja, hogy a pliometriás gyakorlatokkal végzett erőfejlesztő edzésprogramok túlnyomó többsége szignifikáns fejlődést eredményezett a CODS futóteszt időeredményében.

2.3.3.4. A reaktív agilitás és a láb erejének összefüggései

Az irányváltoztatással való futás gyorsasága és a láb ereje közötti összefüggés tárgyalása után logikusan következik a kérdés, hogy milyen kapcsolat áll fenn a vizuális ingerrel is magában foglaló, irányváltoztatással végzett futóteszt és a láb erejét mérő eljárások eredményei között. Az ilyen vizsgálatot végző tanulmányok segíthetnek abban, hogy megértsük a láb erejének a reaktív agilitásban játszott esetleges szerepét.

Spiteri és mtsai. (2014) video felvételt használó reaktív agilitás tesztet, vertikális ugrótesztet (CMJ), izometriás felhúzás tesztet, koncentrikus és excentrikus guggolás tesztet végeztek női elit kosárlabda játékosokkal. Eredményeik alapján a reaktív agilitás teszt eredménye nem volt szignifikáns összefüggésben az erő mérésére használt tesztek eredményeivel. Young és mtsai. (2015b) hasonló eredményre jutottak ausztrál futball játékosok esetében. Kutatásukban nem találtak szignifikáns összefüggést a videofelvételt alkalmazó reaktív agilitás teszt és CMJ illetve DJ vertikális ugróteszt eredményei között. Az előzőekkel megegyező eredményekre jutottak Henry és mtsai. (2016) is. Az egy lábbal végzett horizontális, vertikális és laterális ugróteszt és videofelvételt alkalmazó reaktív agilitás teszt eredményei között nem találtak szignifikáns összefüggést.

Az eddigi kutatások alapján, az irányváltoztatással való futás gyorsaságával foglalkozó tanulmányok eredményeivel ellentétben, a reaktív agilitás és a láb ereje nem mutat szignifikáns összefüggést. Ennek valószínű magyarázata, hogy a reaktív agilitás teszt jóval komplexebb feladatot jelent a vizuális ingerre való reakció miatt. A reaktív agilitás tesztben nagyobb szerepet játszhatnak a kognitív tényezők (látással való információszerzés, szituációk ismerete, mintafelismerés, elővételezés), és a mozgáskoordináció. A láb ereje így feltehetően kisebb mértékben járulhat hozzá a teljesítményhez. A sportolóknak a vizuális ingerre való reagálással történő

irányváltatást tartalmazó teszt során valószínűleg nincs lehetőségük arra, hogy erő kapacitásukat maximálisan kihasználják.

2.3.3.5. Az irányváltatással való futás gyorsasága (CODS) és a mozdulatgyorsaság összefüggése

A mozdulatgyorsaság (mozgásfrekvencia) gyorsaságban játszott szerepe alapján felvetődik a kérdés, hogy megfigyelhető-e valamilyen kapcsolat az irányváltással való futás gyorsasága és fent említett képesség között. A témában tudomásunk szerint egy kutatást végeztek (Bartels és mtsai., 2016), amelyben az irányváltással végzett futótesztek időeredményeit és váltott lábbal, álló helyzetben végzett tapping (taposás) teszt eredményeit vetették össze. A szerzők nem találtak szignifikáns összefüggést az alkalmazott tesztek eredményei között.

2.3.3.6. A reaktív agilitás és a mozdulatgyorsaság összefüggése

A mozdulatgyorsaság kapcsán is felmerül a kérdés, hogy a vizuális ingert is magában foglaló, irányváltatással végzett futótesztek eredményei összefüggésben állnak-e a mozdulatgyorsaságot vizsgáló tesztek eredményeivel. A korábban említett vizsgálatban a reaktív agilitás és a mozdulatgyorsaság között sem találtak szignifikáns összefüggést (Bartels és mtsai., 2016).

Összességében elmondható, hogy az irányváltatással való futás gyorsasága és a mozdulatgyorsaság, illetve a reaktív agilitás és a mozdulatgyorsaság közötti kapcsolat vizsgálata a kevésbé feltárt területek közé tartozik. A témában közölt tanulmányok száma minimális, így további kutatások elvégzése indokolt mindkét kérdéskör esetében.

3. CÉLKITŰZÉSEK

A bemutatott kutatási eredmények alapján az agilitás a gyorsasággal nem azonos kondicionális minőségként értelmezhető, amely a sportági teljesítmény egyik fontos faktora. Az agilitással kapcsolatos eddigi kutatások nagy része az agilitásban szerepet játszó egyik fő komponenst, az irányváltoztatással való futás gyorsaságát (change of direction speed), illetve ennek a gyorsasággal és a láb erejével való összefüggéseit vizsgálta. A futótesztek többsége nélkülözte az észleléssel és döntéshozással kapcsolatos faktorokat, vagyis előre tervezett pályát kellett teljesíteni a futótesztek során. A labdarúgásban és a többi sportjátékban az agilitás előre nem teljesen tervezhető mozgásokban nyilvánul meg. Ezek az aktivitások véletlenszerű gyakorisággal és időtartamban jelentkeznek, ugyanakkor bizonyos általánosítások tehetők a nemzetközi élvonal mérkőzéseinek megfigyelése alapján.

A reaktív agilitás és irányváltoztatással való futógyorsaság (CODS) közötti összefüggés feltárását célzó kutatások többsége szignifikáns összefüggést talált a reaktív agilitás teszt és a CODS futóteszt időeredményei között. Ezek az eredmények megkérdőjelezhetik a reaktív agilitás elkülönítésének szükségességét.

Figyelembe kell vennünk azonban, hogy az eddig publikált reaktív agilitás tesztek többsége egy irányváltoztatást foglal magában, az irányváltoztatás során két lehetséges alternatíva felhasználásával (irányváltoztatás jobbra vagy balra).

A fent leírtak alapján felmerül a kérdés, hogy milyen összefüggés áll fenn a reaktív agilitás teszt és a CODS futóteszt időeredményei között, amennyiben mindkét típusú teszt egymás után több irányváltoztatást tartalmaz, illetve ha a reaktív tesztben az irányváltoztatásoknál több, mint két lehetséges alternatíva jelenik meg.

Vizsgálatunkban több, vizuális ingerre történő reagálással végrehajtott irányváltoztatást magában foglaló reaktív agilitás tesztet alkalmazunk, az irányváltoztatásnál több lehetséges alternatíva alkalmazásával. A szakirodalom áttekintését követően az alábbi vizsgálati célokat tűztük ki kutatásunkban:

- Az irányváltoztatással való futás gyorsaságának és a reaktív agilitás kapcsolatának felfedése négy irányváltoztatást tartalmazó reaktív agilitás és

CODS futóteszt esetében, a reaktív agilitás tesztben megjelenő minden irányváltoztatáskor 8 lehetséges alternatíva alkalmazásával.

- Négy irányváltoztatást magában foglaló, reaktív agilitás teszt és CODS teszt időeredményei és a dinamikus láberőt vizsgáló vertikális ugróteszt eredményei közötti összefüggések kimutatása
- Négy irányváltoztatást magában foglaló, reaktív agilitás teszt és CODS teszt időeredményei illetve a mozdulatgyorsaságot vizsgáló teszt eredményei közötti összefüggések megállapítása

KUTATÁSI HIPOTÉZISEK

A reaktív agilitás teszt és CODS futóteszt időeredményei közötti különbségekre vonatkozó hipotézisek:

1. Négy irányváltoztatást magában foglaló, az irányváltoztatásoknál nyolc lehetséges alternatíva alkalmazásával végrehajtott reaktív agilitás teszt során mért teljes végrehajtási idő hosszabb, mint négy irányváltoztatást magában foglaló CODS futóteszt esetén
2. A reaktív agilitás teszt során mért kontaktidő hosszabb a CODS futóteszt során mért kontaktidőnél
3. A reaktív agilitás teszt és CODS futóteszt során, a végrehajtott irányváltoztatások között mért időtartamok (pontok közötti részeitők) hossza nem különbözik egymástól

A reaktív agilitás teszt és CODS futóteszt időeredményei közötti összefüggésekre vonatkozó hipotézisek:

4. A reaktív agilitás teszt során mért teljes végrehajtási idő nincs összefüggésben a CODS futóteszt során mért teljes végrehajtási idővel
5. A reaktív agilitás teszt során mért kontaktidő nincs összefüggésben a CODS futóteszt során mért kontaktidővel.
6. A reaktív agilitás teszt során mért pontok közötti részdő összefüggésben van a CODS futóteszt során mért pontok közötti részdővel.

A CODS futóteszt időeredményei és vertikális ugróteszt eredményei közötti összefüggésre vonatkozó hipotézisek:

7. A CODS futóteszt során mért teljes végrehajtási idő és a vertikális ugróteszt során mért felugrási magasság összefüggésben állnak egymással.
8. A CODS futóteszt során mért kontaktidő és a vertikális ugróteszt során mért felugrási magasság összefüggésben állnak egymással.

A reaktív agilitás teszt és vertikális ugróteszt eredményei közötti összefüggésre vonatkozó hipotézis:

9. A reaktív agilitás teszt és a vertikális ugróteszt eredményei nem mutatnak összefüggést egymással.

A CODS futóteszt és a mozdulatgyorsaság mérésére szolgáló teszt eredményei közötti összefüggésre vonatkozó hipotézis:

10. A CODS futóteszt és a mozdulatgyorsaság vizsgálatára alkalmazott taposás teszt eredményei összefüggésben állnak egymással.

A reaktív agilitás teszt és a mozdulatgyorsaság mérésére szolgáló teszt eredményei közötti összefüggésre vonatkozó hipotézis:

11. A reaktív agilitás teszt és a mozdulatgyorsaság vizsgálatára alkalmazott taposás teszt eredményei nem mutatnak összefüggést egymással.

4. MÓDSZEREK

4.1. Vizsgálati személyek

Vizsgálati mintánkat 16 amatőr labdarúgó alkotta (életkor: 24.1 ± 3.3 év; testtömeg: 72.4 ± 7.3 kg; testmagasság: 178.7 ± 6 cm). A vizsgálati személyek magyar harmad és negyedosztályú bajnokságokban játszó labdarúgócsapatok mezőnyjátékosai voltak. A játékosok mindegyike legalább 10 év tapasztalattal rendelkezett labdarúgás sportágban. A vizsgálati személyek a vizsgálatok elvégzésekor egészségesek voltak, sérülés nem hátráltatta a tesztek elvégzését. A vizsgálat megkezdése előtt szóban tájékoztattuk a személyeket a vizsgálat menetéről, lehetséges kockázatairól és előnyeiről. Ezt követően a vizsgálatban való részvételüket a kutatás leírását tartalmazó tájékoztató aláírásával erősítették meg. A vizsgálati személyek adatai a 3. táblázatban láthatók. A vizsgálatot és adatrögzítést az Egyetem Tudományos és Kutatásetikai Bizottsága hagyta jóvá és a Helsinki Dekrétum humán vizsgálatokra vonatkozó előírásainak megfelelően végeztük el.

3. táblázat: Vizsgálati személyek

	Átlag	Szórás (SD)
Életkor (év)	24.1	3.3
Testmagasság (cm)	178.7	6.0
Testtömeg (kg)	72.4	7.3
BMI (kg/m ²)	22.6	1.7

4.2. A vizsgálatához alkalmazott eszköz

Kutatásunkat fedett téren, a SpeedCourt (GlobalSpeed GmbH, Hemsbach, Németország) rendszer alkalmazásával végeztük el (9. ábra). Az eszköz egy 4 x 4 méter nagyságú, négyzet alakú pályából, egy nagyképernyős televízióból és egy személyi számítógépből áll. A műanyag borítású pályán összesen 9 darab, 30 x 30 cm nagyságú, négyzet alakú, nyomásérzékelő platform található, melyek felülete a pálya felszínével

egy síkban helyezkedik el. Az egymás mellett található platformok középpontjai 1.5 méter távolságra találhatók egymástól. Az eszköz alkalmas előre tervezett, irányváloztatásokat magában foglaló futótesztek (CODS), illetve vizuális ingerre történő reagálással végzett, reaktív agilitás tesztek elvégzésére is. A televízió képernyőjén a pálya kétdimenziós alaprajza látható, a kilenc nyomásérzékelő platformnak megfelelő négyzet megjelenítésével. Reaktív futóteszt esetében, a rajt jelzés után, a kilenc nyomásérzékelő platformot reprezentáló négyzetek egyike felvillan (alapszíne sárgára változik), amelyet a vizsgálati személynek egyik lábával érintenie kell. A megfelelő nyomásérzékelő platform megérintésének pillanatában a képernyőn egy másik négyzet villan fel, megjelölve a következő pontot, amit a vizsgálati személynek a pályán érintenie kell. Az ilyen típusú teszt során tehát a vizsgálati személynek figyelnie kell a képernyőt, az azon megjelenő vizuális ingerekre kell reagálnia, és a pályán adekvát mozgással teljesítenie a futótesztet. A rendszer tetszőleges számú pont felvillanásával alkotott pálya beállítását teszi lehetővé, így rendkívül sokféle futóteszt elvégzésére alkalmas. Az eszköz lehetővé teszi teljesen véletlenszerű pontok, illetve előre programozott pályáknak megfelelő pontok felvillanását is, ezáltal a tesztelés standardizálható. A pálya közepén található szenzor segítségével, a rendszerrel ugrótesztek végrehajtására is lehetőség van. A közepén található szenzorra jellemző, hogy több különálló részből áll, így váltott lábbal végrehajtott taposás teszt kivitelezését is lehetővé teszi, rögzítve az adott időtartam alatt végrehajtott, váltott lábbal végzett talajérintések számát.



9. ábra: A vizsgálathoz használt SpeedCourt rendszer sematikus képe

(a kép forrása: <http://www.endo-online.de/myosports/assets/images/SpeedCourt01.jpg>)

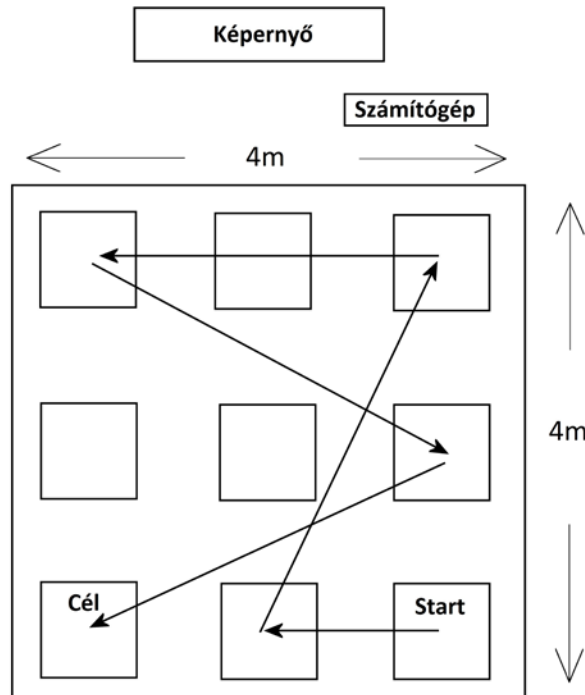
4.3. Vizsgálati protokoll

A vizsgálati személyek egységesített bemelegítést követően, azonos sorrendben végezték el a teszteket. A bemelegítés összesen 20-25 percet vett igénybe, amely során a vizsgálati személyek 10 perc futópadon végzett futást (8 km/h), 5 percig tartó statikus és dinamikus nyújtógyakorlatokból álló gimnasztikai blokkot és szubmaximális CODS és reaktív agilitás futóteszteket hajtottak végre. Minden vizsgálati személy csak a saját tesztelésénél volt jelen, nem nézhette meg, ahogy a többi vizsgálati személy végrehajtja a tesztfeladatokat. A bemelegítést követően a vizsgálati személyek az alábbi sorrendben hajtották végre a teszteket: CODS futóteszt, vertikális ugróteszt, taposás teszt, reaktív agilitás teszt.

4.3.1. Irányváltatásokkal végzett futóteszt (CODS)

A vizsgálat során alkalmazott CODS futóteszt egy 14.5 m hosszúságú, 4 irányváltatást magában foglaló pálya teljesítését jelentette a SpeedCourt rendszeren (10. ábra). A vizsgálati személyek igény szerint annyi próbálkozási lehetőséget kaptak a teszt elvégzése előtt, amennyi szükséges volt számukra, hogy memorizálják a pálya útvonalát. A teszt végrehajtása közben a vizsgálati személyeknek nem kellett a képernyőt figyelniük, hanem a memorizált pontokat a megfelelő sorrendben, egyik lábukkal kellett érinteniük és így végighaladniuk a pályán. Minden vizsgálati személy ugyanazt az útvonalat teljesítette a teszt során, vagyis ugyanazokat a pontokat kellett ugyanabban a sorrendben megérintetniük. A vizsgálati személy a kezdő pontról („Start”) indult úgy, hogy a kezdő pontot egyik lábával érintve állt, és várt a képernyőn megjelenő rajt jelzésre. A képernyőn, visszaszámlálást követően jelent meg a rajtjelzés, ami jelen esetben egy „GO” felirat volt. A vizsgálati személynek ezt követően kellett a lehető leggyorsabban teljesítenie a megadott pályát úgy, hogy az irányváltatásokat a kijelölt pontokon, egymás után a megadott sorrendben kellett végrehajtania, miközben a megfelelő pontot egyik lábával érintette. A teszt az utolsó pont („Cél”) egyik lábbal való megérintéséig tartott. A vizsgálati személyek a futótesztet egymás után háromszor hajtották végre az egyes próbálkozások közé iktatott 1 perces pihenőidővel. A

legrövidebb idő alatt végrehajtott próbálkozást vettük figyelembe a statisztikai elemzés során.



10. ábra: Az alkalmazott CODS futóteszt

4.3.2. Robbanékonyerő teszt

Függőleges felugrás tesztet alkalmaztunk a robbanékonyerő szintjének meghatározására. Az ugróteszt kiinduló helyzetében a vizsgálati személy vállszéles terpeszben, nyújtott térdekkel, csípőre tett kezekkel állt a SpeedCourt középső nyomásérzékelő platformján. A végrehajtás során a vizsgálati személy térd- és csípőhajlítást hajtott végre, majd ezt követően a lehető legmagasabbra ugrott karlendítés nélkül, kezeit végig a csípőjén tartva. Úgy instruáltuk a személyeket, hogy alsó végtagi ízületeiket a lehető legrövidebb idő alatt hajlítsák be, majd tetszőleges ízületi hajlításban állítsák meg a behajlást és ezt követően azonnal kezdjék meg az ízületek kinyújtását a lehető legmagasabb ugrásra törekedve. Vizsgálati személyeink három ugrást hajtottak végre az ugrások közé iktatott 1 perces pihenőidővel. A három ugrás közül a

legnagyobb felugrási magasságot eredményező ugrást vettük figyelembe a statisztikai elemzés során.

4.3.3. Taposás teszt

A mozdulatgyorsaság vizsgálatára álló helyzetben, három másodperc időtartamban, váltott lábbal végrehajtott taposás tesztet alkalmaztunk. A taposás teszt kiinduló helyzetében a vizsgálati személy vállszélestől kissé szélesebb terpeszben állt a SpeedCourt középső nyomásérzékelő platformján úgy, hogy jobb és bal lábával a platform két elkülönített részén támaszkodott. A vizsgálati személy a képernyőn, visszaszámlálást követően megjelenő rajtjel megjelenése után („GO” felirat), váltott lábbal, a lehető legtöbb talajérintést végezte három másodperc időtartamban a nyomásérzékelő platform két részén. A taposás tesztet háromszor ismételtettük meg egy perces pihenőidővel. A három próbálkozás közül a legtöbb talajérintést eredményező próbálkozást vettük figyelembe a statisztikai elemzés során.

4.3.4. Reaktív agilitás teszt

A reaktív agilitás teszt során a vizsgálati személyek 5 darab futótesztet hajtottak végre, melyek mindegyike 4 darab, vizuális ingerre történő reagálással végrehajtott irányváltoztatást foglalt magába. Az irányváltások során minden esetben 8 lehetséges alternatíva volt a következő pont megjelenésére. A futóteszt során a vizsgálati személy a kezdő pontról indult úgy, hogy a kezdő pontot egyik lábával érintette és várt a képernyőn megjelenő rajt jelzésre. A teszt kezdő pontja ugyanott volt, mint a CODS futóteszt esetében. A képernyőn, visszaszámlálást követően jelent meg a rajtjelzés, vagyis a „GO” felirat. Ezt követően a képernyőn látható pontok közül az egyik felvillant (alapszíne sárgára változott), a vizsgálati személynek ezt a pontot kellett a pályán a lehető legrövidebb időn belül egyik lábával megérintenie és irányt változtatnia rajta. Abban a pillanatban, amikor a vizsgálati személy a lábával a megfelelő pontot megérintette, egy újabb pont villant fel a képernyőn. A vizsgálati személynek újra a lehető legrövidebb időn belül a megfelelő ponthoz kellett futnia és egyik lábával érintenie és irányt változtatnia rajta. Ez a folyamat egymás után négyszer ismétlődött,

vagyis a vizsgálati személy a kezdő pontról indulva 5 pontot érintve teljesítette az adott pályát, ami 4 irányváltoztatást foglalt magában. A vizsgálati személyek 5 darab ilyen pályát, azaz reaktív agilitás futótesztet hajtottak végre egy perces pihenőidővel. Az öt pálya különbözött egymástól és ismeretlen volt a vizsgálati személy számára, de minden vizsgálati személy ugyanazt az öt pályát hajtotta végre, ugyanabban a sorrendben. A vizsgálati személyek azt az instrukciót kapták, hogy a képernyőn felvillanó pontoknak megfelelő pontokon végezzenek irányváltoztatást, a fő cél a lehető legrövidebb idő alatti végrehajtás volt. Az öt futóteszt mindegyikét figyelembe vettük a statisztikai elemzés során.

4.4. Adatfeldolgozás

4.4.1. CODS futóteszt

A CODS futóteszt során a SpeedCourt rendszer segítségével rögzítettük a futóteszt teljes végrehajtásának idejét (ToC), amely a kezdő pontról való indulás és az utolsó kijelölt pont megérintése között eltelt időtartamnak felelt meg. Ezen kívül rögzítettük a kontakt időt, ami az irányváltoztatás időtartamát jelentette, vagyis annak a szakasznak a hosszát, amely abban a pillanatban kezdődött, amikor a vizsgálati személy az irányváltoztatás megkezdésekor lábával érintette az adott nyomásérzékelő platformot, és addig a pillanatig tartott, amikor a vizsgálati személy lába elhagyta az adott nyomásérzékelő platformot. A négy irányváltoztatás során mért kontaktidők átlagát (ATuC) vettük számításba a statisztikai elemzés során.

A harmadik rögzített paraméter a pontok közötti részidő volt, ami az egyes pontok érintése közötti időtartamot jelentette. Ez a szakasz abban a pillanatban kezdődött, amikor a vizsgálati személy lába elhagyta az előző nyomásérzékelő platformot és addig a pillanatig tartott, amíg a vizsgálati személy lába a következő nyomásérzékelő platformot érintette. Az így mért öt darab pontok közötti részidő átlagát (ASC) vettük figyelembe a statisztikai elemzés során. A legrövidebb ToC-t eredményező próba ATuC és ASC értékeit vettük figyelembe az elemzés során.

4.4.2. Robbanékonyerő teszt

A robbanékonyerő szintjét a felugrási magassággal (CMJ) jellemeztük, amelyet a SpeedCourt rendszerhez tartozó szoftver a levegőben tartózkodás idejéből számolt ki.

4.4.3. Taposás teszt

A taposás teszt során a három másodperc alatt, váltott lábbal végzett talajérintések számát (Tap) rögzítettük.

4.4.4. Reaktív agilitás teszt

A reaktív agilitás teszt során a SpeedCourt rendszer segítségével rögzítettük a futóteszt teljes végrehajtásának idejét, a CODS teszt esetében leírt módon. Az öt reaktív agilitás futóteszt során mért teljes végrehajtási idők átlagát (AToA) vettük figyelembe a statisztikai elemzés során.

A reaktív agilitás teszt esetében is rögzítettük a kontakt időt, a CODS teszt esetében leírt módon. Az öt pálya négy irányváltoztatása során mért kontaktidők átlagát (ATuA) vettük számításba a statisztikai elemzés során.

A pontok közötti részigót is rögzítettük a reaktív teszt esetében is, a CODS tesztnél ismertetett módon. Az öt reaktív agilitás teszt során mért öt darab pontok közötti részigót átlagát (ASA) vettük figyelembe a statisztikai elemzés során.

4.5. Statisztikai elemzés

Minden változó esetében átlagot és szórást számítottunk. A változók közötti összefüggések vizsgálatára Pearson féle korrelációs számítást alkalmaztunk. A korrelációs számítás esetében $p \leq 0.05$ szignifikancia szintet alkalmaztunk. A táblázatokban a $p \leq 0.05$ értékhez tartozó szignifikáns összefüggést csillaggal jelöltük. Az átlagok közötti különbségek kimutatására Student féle páros t-próbát alkalmaztunk. A halmozott t-próbák esetében előforduló, elsőfajú statisztikai hiba valószínűségének csökkentésére Bonferroni korrekciót alkalmaztunk, így a szignifikancia szintet $p \leq$

0.017 értékben határoztuk meg az átlagok közötti különbségek kimutatásánál. A táblázatokban a $p \leq 0.017$ értékhez tartozó szignifikáns különbséget csillaggal jelöltük. A statisztikai számításokat Statistica 12.0 szoftver segítségével végeztük el (StatSoft Inc., Tulsa, OK, USA).

5. EREDMÉNYEK

5.1. CODS futóteszt és reaktív agilitás teszt időeredmények

A CODS futóteszt során mért teljes végrehajtási idő (ToC) szignifikánsan rövidebb volt, mint a reaktív agilitás teszt során mért teljes végrehajtási idő (AToA) ($p < 0.001$). Nem találtunk szignifikáns különbséget a CODS teszt és a reaktív agilitás teszt során mért kontaktidők (ATuC és ATuA) között, ugyanakkor a reaktív agilitás teszt során mért pontok közötti részdő (ASA) szignifikánsan hosszabb volt, mint a CODS teszt során mért pontok közötti részdő (ASC) ($p < 0.001$) (4. táblázat).

4. táblázat: A CODS teszt során mért teljes végrehajtási idő (ToC), kontaktidő (ATuC), pontok közötti részdő (ASC), illetve a reaktív agilitás teszt során mért teljes végrehajtási idő (AToA), kontaktidő (ATuA) és pontok közötti részdő (ASA)

Reaktív agilitás		CODS	
AToA (s)	5.42 ± 0.44	ToC (s)	$4.18 \pm 0.32^*$
ATuA (s)	0.33 ± 0.08	ATuC (s)	0.31 ± 0.06
ASA (s)	0.79 ± 0.09	ASC (s)	$0.59 \pm 0.06^*$

* $p < 0.05$

5.2. A taposás és robbanékonyerő teszt eredményei

A taposás teszt és a robbanékonyerő teszt során mért eredményeket az 5. táblázat szemlélteti.

5. táblázat: A taposás teszt során mért érintések száma és a robbanékonyerő teszt során mért felugrási magasság (átlag \pm szórás)

Taposás (db)	36.6 ± 3.8
CMJ (cm)	41.5 ± 5.2

5.3. Összefüggések a CODS futóteszt és a reaktív agilitás teszt során mért időeredmények között

Nem találtunk szignifikáns összefüggést a CODS futóteszt és a reaktív agilitás teszt során mért teljes végrehajtási idők (ToC, AToA) között ($r = 0.245$; $p > 0.05$). Nem találtunk szignifikáns összefüggést a CODS futóteszt és a reaktív agilitás teszt során mért kontaktidők (ATuC, ATuA) között ($r = 0.333$; $p > 0.05$). Nem találtunk szignifikáns összefüggést a CODS futóteszt és a reaktív agilitás teszt során mért pontok közötti részidők között (ASC, ASA) ($r = 0.307$; $p > 0.05$).

5.4. Összefüggések a CODS futóteszt során mért időeredmények és a robbanékonyerő teszt során mért felugrási magasság között

Nem találtunk szignifikáns összefüggést a CODS futóteszt során rögzített teljes végrehajtási idő (ToC) és a robbanékonyerő teszt során mért felugrási magasság (CMJ) között ($r = 0.242$; $p > 0.05$). Nem találtunk szignifikáns összefüggést a CODS futóteszt során rögzített kontaktidő (ATuC) és a robbanékonyerő teszt során mért felugrási magasság (CMJ) között ($r = 0.242$; $p > 0.05$). Nem találtunk szignifikáns összefüggést a CODS futóteszt során rögzített pontok közötti részidő (ASC) és a vertikális ugróteszt során mért felugrási magasság (CMJ) között ($r = 0.102$; $p > 0.05$).

5.5. Összefüggések a reaktív agilitás futóteszt során mért időeredmények és a robbanékonyerő teszt során mért felugrási magasság között

Nem találtunk szignifikáns összefüggést a reaktív agilitás futóteszt során rögzített teljes végrehajtási idő (AToA) és a robbanékonyerő teszt során mért felugrási magasság (CMJ) között ($r = -0.308$; $p > 0.05$). Nem találtunk szignifikáns összefüggést a reaktív agilitás futóteszt során rögzített kontaktidő (ATuA) és a robbanékonyerő teszt során mért felugrási magasság (CMJ) között ($r = -0.322$; $p > 0.05$). Nem találtunk szignifikáns összefüggést a reaktív agilitás futóteszt során rögzített pontok közötti

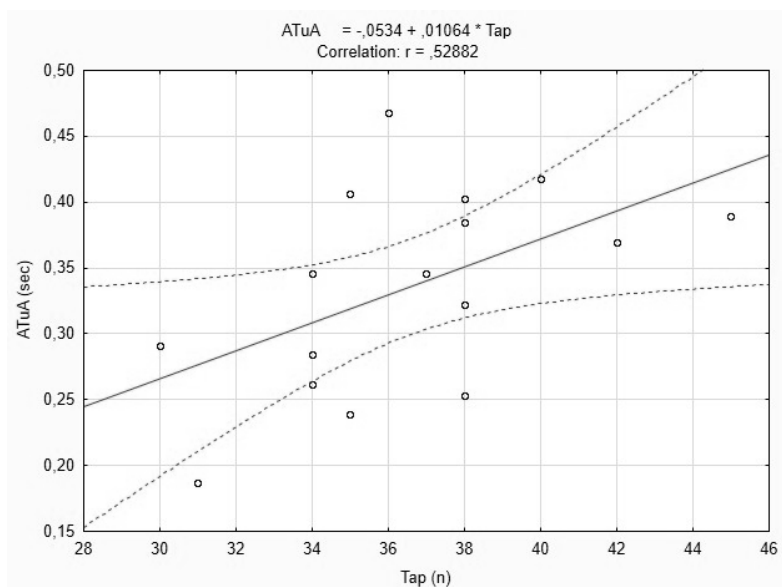
részidő (ASA) és a robbanékonyerő teszt során mért felugrási magasság (CMJ) között ($r = -0.108$; $p > 0.05$).

5.6. Összefüggések a CODS futóteszt során mért időeredmények és a taposás teszt során mért érintések száma között

Nem találtunk szignifikáns összefüggést a CODS futóteszt során rögzített teljes végrehajtási idő (ToC) és a taposás teszt során mért érintések száma (Tap) között ($r = -0.038$; $p > 0.05$). Nem találtunk szignifikáns összefüggést a CODS futóteszt során rögzített kontaktidő (ATuC) és a taposás teszt során mért érintések száma (Tap) között ($r = 0.186$; $p > 0.05$). Nem találtunk szignifikáns összefüggést a CODS futóteszt során rögzített pontok közötti részidő (ASC) és a taposás teszt során mért érintések száma (Tap) között ($r = -0.134$; $p > 0.05$).

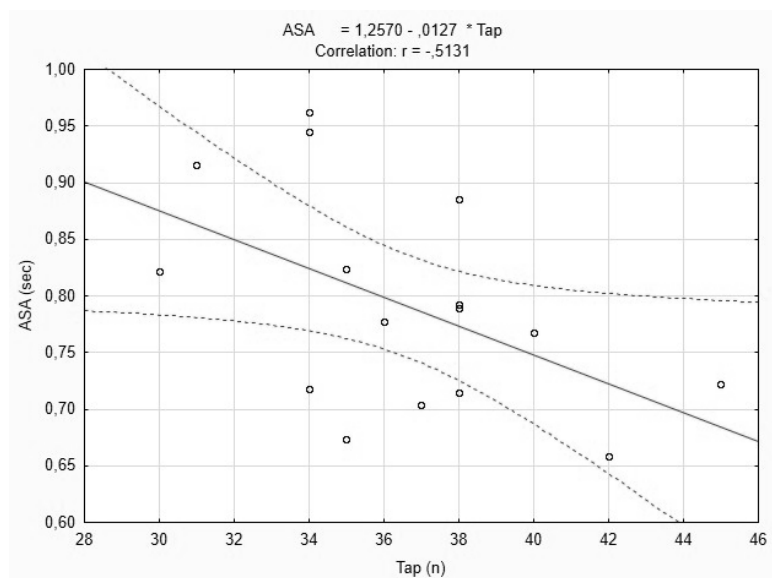
5.7. Összefüggések a reaktív agilitás futóteszt során mért időeredmények és taposás teszt során mért érintések száma között

Nem találtunk szignifikáns összefüggést a reaktív agilitás futóteszt során rögzített teljes végrehajtási idő (AToA) és a taposás teszt során mért érintések száma (Tap) között ($r = -0.255$; $p > 0.05$). Szignifikáns pozitív korrelációt találtunk a reaktív agilitás futóteszt során rögzített kontaktidő (ATuA) és a taposás teszt során mért érintések száma (Tap) között ($r = 0.529$; $p < 0.05$) (11. ábra).



11. ábra: Összefüggés ATuA és Tap között

Szignifikáns negatív korrelációt találtunk a reaktív agilitás futóteszt során rögzített pontok közötti részidő (ASA) és a taposás teszt során mért érintések száma (Tap) között ($r = -0.513$; $p < 0.05$) (12. ábra).



12. ábra: Összefüggés ASA és Tap között

A reaktív agilitás teszt során rögzített időeredmények (AToA, ATuA, ASA) és a taposás teszt során mért érintések száma közötti összefüggéseket a 6. táblázat foglalja össze.

6. táblázat: A reaktív agilitás teszt és a taposás teszt során mért változók közötti korrelációs együtthatók (r értékek)

	AToA	ATuA	ASA
Tap	- 0.255	r = 0.529*	- 0.513*

* $p < 0,05$

5.8. Összefüggés a taposás teszt során mért érintések száma és a robbanékonyerő teszt során mért felugrási magasság között.

Nem találtunk szignifikáns összefüggést a taposás teszt során mért érintések száma (Tap) és a robbanékonyerő teszt során mért felugrási magasság (CMJ) között.

6. MEGBESZÉLÉS

Kutatásunk elsődleges célkitűzése az volt, hogy kimutassuk, milyen összefüggés figyelhető meg az irányváltatással végzett futás gyorsasága és a reaktív agilitás között. A probléma megválaszolására általánosan elfogadott felfogás a különböző futótesztok időeredményeinek összevetése, a közöttük lévő kapcsolat, esetleges összefüggés feltárása. Az eddigi kutatások döntő többsége során szignifikáns összefüggést találtak a CODS típusú futótesztok és a reaktív agilitás tesztok időeredményei között (Sheppard és mtsai., 2006; Gabbett és mtsai., 2008; Oliver és Meyers, 2009; Farrow és mtsai., 2005; Lockie és mtsai., 2014; Sattler és mtsai., 2015; Spasic és mtsai., 2015). Ennek ellenére a kutatók hangsúlyozzák, és indokoltnak tartják a reaktív agilitás elkülönítését az irányváltatással végzett futás gyorsaságától.

Ez némi ellentmondást hordoz magában, ugyanakkor valószínűsíthető, hogy az alkalmazott reaktív agilitás tesztok karakterisztikája részben magyarázattal szolgál a CODS tesztok eredményeivel való összefüggésekre. Az eddig alkalmazott reaktív agilitás tesztok többsége vizuális ingert alkalmaz, ugyanakkor az ingerre adott reakcióként megjelenő irányváltatás a legtöbb esetben csak egyszer következik be. Ráadásul az irányváltatás a legtöbb esetben két lehetséges futási irány valamelyikébe történik. Véleményünk szerint az ismertetett tesztok valószínűleg túlságosan leegyszerűsítik a reaktív agilitás és a vizuális ingerre való reagálás problémáját a reaktív irányváltatások alacsony száma és az irányváltatások esetében alkalmazott lehetséges alternatívák alacsony száma miatt.

Tudomásunk szerint eddig három olyan tanulmányban alkalmaztak egynél több reaktív irányváltatást tartalmazó agilitás tesztet, amelyben a CODS teszt eredményével is összevetették eredményeiket (Spiteri és mtsai., 2014; Sattler és mtsai., 2015; Spasic és mtsai., 2015). A fent citált tanulmányok eredményei ebből a szempontból ellentmondásosak, ugyanis kettőben szignifikáns összefüggést találtak a CODS teszt és a reaktív agilitás teszt időeredményei között, míg egy kutatás esetében nem volt szignifikáns az összefüggés. Ezek alapján indokolt további kutatások elvégzése a témában, illetve a reaktív agilitás tesztok továbbfejlesztése.

A témában való egyértelmű következtetések levonását nehezíti, hogy sem az irányváltatással végzett futás gyorsaságának sem a reaktív agilitásnak nincsen általánosan elfogadott, úgynevezett „gold standard” tesztelési eljárása. A CODS

futótesztek esetében meg lehet említeni olyan teszteket, amelyeket hosszabb ideje és szélesebb körben alkalmaznak (Illinois teszt, T-teszt, 505 teszt stb.), ugyanakkor ezek is jelentősen különbözhetnek egymástól a teszt teljes hosszát, a végrehajtás jellemző időtartamát, az irányváltoztatások számát, illetve szögét tekintve. A reaktív agilitás tesztek esetében egyelőre még ennél is kevésbé beszélhetünk konszenzusról, így a kutatók napjainkban sokféle reaktív agilitás teszt kifejlesztésén dolgoznak, és ezek alapján kapják eredményeiket, illetve vonnak le következtetéseket.

Munkánkban feltételeztük, hogy az egymás után négy irányváltoztatást magában foglaló, az irányváltoztatások során nyolc lehetséges alternatívával végzett reaktív agilitás futóteszt alkalmazása esetén nem kapunk szignifikáns összefüggést az előre tervezett futóteszt időeredményeivel.

6.1. A CODS futóteszt és a reaktív agilitás teszt során mért időeredmények közötti különbségek

Feltételezésünket, mely szerint a reaktív agilitás teszt végrehajtása hosszabb időt vesz igénybe, arra alapoztuk, hogy a külső, véletlenszerű vizuális inger miatti reagálás időigénye megnöveli a teszt végrehajtásának időtartamát. A kontaktidők esetében feltételeztük, hogy a reaktív agilitás teszt során mért kontaktidő hosszabb lesz, amit arra alapoztunk, hogy a vizuális ingerre való reagálás az irányváltoztatás végrehajtása közben megy végbe. Feltételeztük továbbá, hogy a pontok közötti részigidőkben nem találunk különbséget, mert a vizuális inger feldolgozását követő lépéseket már nem befolyásolja egyéb tényező a CODS teszthez képest.

Vizsgálatunkban a CODS teszt teljes végrehajtási ideje szignifikánsan rövidebb volt, mint a reaktív agilitás teszt teljes végrehajtási ideje (4. táblázat). Mindez összhangban van korábbi kutatások eredményeivel (Farrow és mtsai., 2005; Henry és mtsai., 2011; Oliver és Meyers 2009; Sattler és mtsai., 2015, Spasic és mtsai., 2015), amelyek szintén hosszabb végrehajtási időt találtak a reaktív agilitás teszt esetében, mint az előre tervezett futótesztnél. Hozzá kell tennünk, hogy a CODS és reaktív agilitás teszt időeredményeinek ilyen fajta összehasonlítása azoknál a vizsgálatoknál indokolt, ahol a két fajta teszt csak abban különbözik, hogy az irányváltoztatás vagy irányváltoztatások előre tervezettek vagy vizuális ingerre történő reakciót követően

történnek, de a tesztek hossza, az irányváltatások száma nagy hasonlóságot mutat. A reaktív irányváltatást magukban foglaló tesztek hosszabb végrehajtási ideje nagy valószínűséggel a kognitív tényezők szerepéből adódik. A végrehajtás során megjelenik az információfeldolgozás folyamata, illetve a reakcióidő szerepe. A vizsgálati személynek figyelnie kell a vizuális inger megjelenését, amit azután fel kell dolgoznia, és a megfelelő reakciót kiválasztania, jelen esetben a megfelelő irányba futnia. Mozgását ennek megfelelően kell megváltoztatnia, ami nagy valószínűséggel megköveteli, többek között, a testhelyzetnek, a lépések hosszának, az erő kifejtések irányának megváltoztatását, koordinálását. Ez a folyamat hosszabb időt vesz igénybe, mint az előre tervezett pálya teljesítése, ahol nem kell külső, változó ingerekre figyelni, így az előre tervezett irányváltatást jobban elő tudja készíteni a sportoló. Testhelyzetét, lépéseinek hosszát és irányát jóval korábban igazítani tudja az adott irányváltatás követelményeinek megfelelően.

Kutatásunkban a vizsgálati személyek az adott futóteszt teljesítése közben vagy az egyik nyomásérzékelő platformon tartózkodtak irányváltatás közben vagy két nyomásérzékelő platform között voltak a pályán. Más szavakkal a futóteszt teljes végrehajtási ideje a pontok közötti részidőkből és a kontaktidőkből adódott össze a CODS és a reaktív agilitás teszt esetében egyaránt.

A CODS futóteszt és a reaktív agilitás teszt során mért kontaktidők összehasonlításakor nem találtunk szignifikáns különbséget a két változó átlagai között. Ez azt jelenti, hogy a vizsgálati személyek átlagosan ugyanolyan hosszú ideig tartózkodtak az egyes platformokon irányváltatás közben az előre tervezett és a reaktív teszt esetében. Az előzőekben azt is láthattuk, hogy a reaktív agilitás teszt végrehajtása hosszabb időt vett igénybe, mint az előre tervezett futóteszt. Mindezeket figyelembe véve levonható az a következtetés, hogy a kontaktidő nem reprezentálja a reaktív agilitás tesztben fellelhető kognitív komponenst, hiszen nem mutatja meg a reaktív és az előre tervezett irányváltatás esetében előforduló időkülönbséget. A jelenség lehetséges magyarázata a teszt végrehajtásának módjában keresendő. Eredményeink arra utalnak, hogy a vizsgálati személyek a reaktív teszt végrehajtásakor megérintették lábukkal a kijelölt nyomásérzékelő platformot és onnan a kitámasztást követően megindították mozgásukat egy lehetséges, elővételezett következő irányba. Ebben az esetben az „irányváltatást” már a következő vizuális inger feldolgozása

előtt megindították, majd a következő pontot kijelölő vizuális inger teljes feldolgozása után módosították a már megkezdett mozgásukat, ekkor már a „helyes” irányba. Ez a végrehajtás során további lépéseket, azaz újabb irányváltoztatást eredményezhetett. A fent leírtakat alátámasztja, hogy a reaktív agilitás teszt során mért kontaktidők hossza (0.33 ± 0.08 s) rövidebb, mint 8 lehetséges alternatíva alkalmazása esetén mért választásos reakcióidő (Alegria és Bertelson, 1970). A választásos reakcióidő reaktív agilitás tesztekben betöltött szerepét a következő fejezetben részletezzük.

A korábban leírtak szerint, futótesztjeink teljes végrehajtási ideje a kontaktidőkből és a pontok közötti részeitől adódott össze. Mivel a CODS és reaktív agilitás teszt során mért kontaktidők átlagai között nem találtunk szignifikáns különbséget, így a teljes végrehajtási idők különbségét a másik összetevő, vagyis a pontok közötti részeitől különbsége okozta. A CODS teszt során mért pontok közötti részeitől szignifikánsan rövidebb volt, mint a reaktív agilitás teszt során mért pontok közötti részeitől (4. táblázat). Ez a kontaktidőknél leírt jelenséggel magyarázható, vagyis a vizuális inger feldolgozása okozta plusz idő szükséglet a pontok közötti részeitől nyilvánult meg. Az adott nyomásérzékelő platform megérintését követő első lépés, vagy lépések valószínűleg még nem a következő felvillanó pont irányába történtek. Lehetséges, hogy a vizsgálati személyek egy általuk elővételezett, anticipált következő pont felé indították meg mozgásukat.

Lehetséges továbbá, hogy a vizsgálati személy nem egy elővételezett, anticipált következő pont irányába változtatott irányt, hanem a kijelölt pont megérintését követően egy olyan alaphelyzetet foglalt el, amely kedvező testhelyzetet biztosított számára bármelyik új irányba való meginduláshoz (lábak terpeszben, hajlított térdek, a talp elülső részén támaszkodva). Ezt az alaphelyzetet azonban már úgy vette fel, hogy a lába nem érintette az előzőleg kijelölt pontot, hanem amellet támaszkodott a pálya felületén, így ezt az időtartamot a rendszer már a pontok közötti részeitől részeként regisztrálta.

Fent leírtakat összefoglalhatjuk úgy, hogy a CODS teszt során rögzített szignifikánsan rövidebb teljes végrehajtási idő háttérben a rövidebb pontok közötti részeitől áll, mert a reaktív agilitás teszt során a vizuális inger feldolgozásából adódó plusz idő szükséglet nem a kontaktidők, hanem a pontok közötti részeitől meghosszabbodását okozta a CODS tesztben mért eredményhez képest.

6.2. Összefüggések a CODS futóteszt és a reaktív agilitás teszt során mért időeredmények között

Tanulmányunk elsődleges célkitűzésének megfelelően vizsgáltuk, hogy mutatkozik-e összefüggés a reaktív agilitás teszt és a CODS futóteszt időeredményei között. Feltételeztük, hogy a reaktív agilitás teszt esetében az észleléssel és döntéshozatallal kapcsolatos megnövekedett követelmények miatt nem lesz összefüggés a két típusú futóteszt eredményei között. A gyakorlatban ez azt jelenti, hogy aki a CODS tesztben gyorsabban hajtja végre a feladatot, nem az lesz gyorsabb a reaktív agilitás tesztben, aminek hátterében az információ feldolgozás folyamata állhat.

Kutatásunkban a reaktív agilitás tesztben mért teljes végrehajtási idő és a CODS tesztben mért teljes végrehajtási idő között nem volt szignifikáns összefüggés. Ehhez hasonlóan nem találtunk szignifikáns összefüggést a kontaktidők és a pontok közötti részeitidők tekintetében sem.

A teljes végrehajtási idők esetében talált eredmény ellentétes több korábbi tanulmányban kimutatott eredménnyel (Farrow és mtsai., 2005; Sheppard és mtsai., 2006; Gabbett és mtsai., 2008; Oliver és Meyers, 2009; Henry és mtsai., 2011; Lockie és mtsai., 2014; Sattler és mtsai., 2015; Spasic és mtsai., 2015). Ezekben a kutatásokban szignifikáns korrelációt találtak a reaktív agilitás teszt és a CODS futóteszt teljes végrehajtási időeredménye között.

Az eredmények közötti ellentmondás értelmezéséhez szükséges megvizsgálnunk az említett tanulmányokban illetve saját kutatásunkban alkalmazott reaktív agilitás teszteket, és azok különbözőségeit. Az elemzés szempontjai lehetnek, hogy a reaktív agilitás tesztek hány irányváltoztatást tartalmaztak, illetve az irányváltoztatások során hány lehetséges alternatíva közül jelent meg az az egy, amelyikre a vizsgálati személynek reagálnia kellett.

A reaktív agilitás tesztek különbségei a bennük található irányváltoztatások száma alapján

Sheppard és Young (2006) modellje alapján az agilitásban két fő komponens játszik szerepet, ezek az irányváltoztatással való futás gyorsasága illetve az észleléssel és döntéshozatallal kapcsolatos faktorok (1. ábra). A szerzők az irányváltoztatással való

futás gyorsaságának részeként a futótechnikát, az egyenes vonalú futás gyorsaságát, a láb izomzati tényezőit és az antropometriai jellemzőket jelölik meg. Az észleléssel és döntéshozatallal kapcsolatos faktorok részeként a látással való információszerzést, a szituációk ismeretét, a mintafelismerést és az anticipációt említik. A modellt úgy is értelmezhetjük, hogy az agilitásban szerepet játszanak a fizikai tényezők illetve a megismeréssel vagy információfeldolgozással kapcsolatos kognitív tényezők. A szakirodalomban szereplő hagyományos agilitás tesztek, amelyek során előre kijelölt, irányváltoztatásokat magában foglaló pályát kell a lehető legrövidebb idő alatt teljesíteni, elsősorban az agilitás fizikai tényezőire koncentrálnak. Ezekben a tesztekben kevésbé jut érvényre a sportoló azon tulajdonsága, képessége, amellyel a változó környezet ingereire hatékonyan tud reagálni. A legújabb kutatásokban az ilyen típusú tesztek CODS (change of direction speed) tesztként jelölik meg, hogy egyértelműsítsék, a teszt nem tartalmaz véletlenszerű ingerre való reagálást (Pehar és mtsai., 2017; Lockie és mtsai., 2017; Dos'Santos és mtsai., 2018).

A reaktív agilitás tesztekben megjelenik a véletlenszerű ingerekre való reagálás, illetve az ennek megfelelően végzett irányváltoztatás. Fogalmazhatunk úgy, hogy érvényre jutnak a sportoló észleléssel és döntéshozatallal kapcsolatos tulajdonságai, képességei és mindezek befolyásolják a teszt eredményét. Az ilyen tesztek tehát alkalmasak arra, hogy a fizikai és kognitív tényezőket együttesen vizsgálják a sportolóknál. Láttuk azonban, hogy a reaktív agilitás tesztek is különbözhetnek egymástól, például a bennük előforduló irányváltoztatások száma alapján. Ha a vizsgálati személynek többször egymás után kell véletlenszerű ingerre reagálnia, úgy több alkalommal van lehetősége arra, hogy gyorsan és pontosan reagáljon, így észleléssel és döntéshozatallal kapcsolatos tulajdonságainak hatása többször jelenik meg a teszt végrehajtása során. A vizsgálati személy ilyen tulajdonságainak, képességeinek magas szintje esetén többször tud előnyt szerezni az ugyanezen tulajdonságokban, képességekben alacsonyabb szintet mutató versenytársaival szemben. Összefoglalva feltételezhető, hogy az egymás után többször végzett, reaktív módon történő irányváltoztatást tartalmazó tesztek eredményeit nagyobb mértékben befolyásolják az észleléssel és döntéshozatallal kapcsolatos faktorok.

A fent említett tanulmányok többségében az alkalmazott reaktív agilitás teszt egy irányváltoztatást tartalmazott (Farrow és mtsai., 2005; Sheppard és mtsai., 2006;

Gabbett és mtsai., 2008; Oliver és Meyers, 2009; Henry és mtsai., 2011; Lockie és mtsai., 2014). Ez alól a Sattler és mtsai. (2015) illetve Spasic és mtsai. (2015) által végzett kutatások képeznek kivételt, amelyekben az alkalmazott agilitás teszt 3-3 reaktív irányváltoztatást foglalt magában.

Az általunk alkalmazott reaktív agilitás teszt során a vizsgálati személyeknek egymás után sorozatban négy irányváltoztatást kellett végrehajtaniuk a megjelenő vizuális ingerre megfelelően reagálva.

A reaktív agilitás tesztek különbségei az egyes irányváltoztatásoknál jelen lévő lehetséges alternatívák száma alapján

Érdemes azt is megvizsgálni, hogy az alkalmazott reaktív agilitás tesztekben, a vizuális ingerre való reagáláskor hány lehetséges irány közül jelenik meg az az egy, amire reagálni kell, vagyis hány lehetséges alternatív útvonal közül kell (a lehető legrövidebb idő alatt) a megfelelően haladni.

Egy adott ingerre való lehető leggyorsabb reagálás esetén (egy féle lehetséges inger és előre tervezett válasz) az inger megjelenésétől az ingerre adott válaszcselekvés megindulásáig eltelt időtartamot egyszerű reakcióidőnek nevezzük (Schmidt és Lee, 2013). A reakcióidőnek azt a formáját, amely olyan reagálási feladatban mérhető, ahol több lehetséges inger közül jelenik meg egy, és a megjelenő ingernek megfelelő válaszcselekvést kell kiválasztani és végrehajtani, a szakirodalom választásos reakcióidőnek nevezi. Ez a reagálás egy bonyolultabb formáját jelenti. Az ilyen helyzetben megjelenő, növekvő komplexitás nehezebb feladat elé állítja a szervezetet, ez pedig az ingerre való válasz, illetve válaszcselekvés későbbre tolódásában, a reakcióidő hosszabb mivoltában jelenik meg. A választásos reakcióidővel kapcsolatos kutatások kimutatták, hogy a lehetséges alternatívák számának növekedésével a reakcióidő is növekszik. Hick törvénye alapján a választásos reagálási feladatban megjelenő alternatívák számának kettes alapú logaritmus és a választásos reakcióidő hossza egyenes arányban állnak egymással (Hick, 1952).

A reaktív agilitás tesztek vizsgálata során tehát fontos tényező a lehetséges alternatívák számának figyelembe vétele, mert a hosszabb reakcióidő a teljes végrehajtási időben mindenképpen megjelenik. Láttuk, hogy a választásos reakcióidő

esetében az alternatívák számának függvényében változik a válaszcselekvés megindításáig eltelt időtartam. Röviden: a több lehetséges alternatíva hosszabb reakcióidőt eredményez. A kevesebb alternatívát alkalmazó tesztek az információfeldolgozás szempontjából egyszerűbb feladat elé állítják a sportolót, mint a több alternatívával végzett tesztek. Ezen megállapítások alapján a több alternatívával végzett tesztek nagyobb nehézségi fokot jelentenek a vizsgálati személyeknek a teszt elvégzésekor. Ez a nagyobb nehézségi fok valószínűleg hangsúlyosabbá teszi az észleléssel és döntéshozattal kapcsolatos faktorok jelentőségét az adott feladat végrehajtása során.

A miénkkel ellentétes eredményt hozó tanulmányok többségére igaz, hogy a reaktív teszt esetében a vizuális inger megjelenésekor a lehetséges alternatívák (futási irányok) száma kettő volt, ez azt jelenti, hogy a vizsgálati személyeknek a vizuális ingerre történő reagálást követően (az egyes teszteknél eltérő szögben) jobbra vagy balra kellett irányt változtatniuk és tovább sprintelniük. Ez alól egyedül a Sattler és mtsai., (2015) által végzett kutatás jelenti a kivételt, amelyben az alkalmazott reaktív agilitás teszt négy lehetséges alternatívát tartalmazott az irányváltoztatás során.

Az általunk alkalmazott reaktív agilitás teszt nyolc lehetséges alternatívát tartalmazott. A vizsgálati személy a teszt végrehajtása közben a pályán található kilenc pont valamelyikét érintette. A következő felvillanó pont az aktuálisan érintett ponton kívül bármelyik lehetett, így a vizsgálati személynek a vizuális inger megjelenését követően a többi nyolc lehetséges pont valamelyike felé kellett haladnia.

Az általunk alkalmazott reaktív agilitás teszt és a korábbi kutatások során használt tesztek különbségei az irányváltoztatások száma és a lehetséges alternatívák száma alapján

Az irányváltoztatások számát illetve az irányváltoztatások során előforduló lehetséges alternatívák számát figyelembe véve jelentős különbségeket találunk az általunk alkalmazott reaktív agilitás teszt és a korábbi kutatásokban használt tesztek között. Jelen tanulmányban felhasznált reaktív agilitás teszt négy egymást követő, vizuális ingerre való reakciót jelentett, minden egyes reagáláskor nyolc lehetséges alternatíva alkalmazásával. Ezzel szemben a hivatkozott tanulmányok többségében egy

irányváltoztatást és az irányváltoztatás során előforduló két lehetséges alternatívát látunk. A tanulmányunkban alkalmazott reaktív agilitás teszt tehát több irányváltoztatást és az irányváltoztatások során több lehetséges alternatívát tartalmazott az eddigi kutatások többségénél. A korábban leírtak alapján ezek a különbségek lehetséges magyarázatul szolgálnak arra, hogy a témában végzett eddigi kutatások túlnyomó többségével ellentétes eredményt kaptunk, miszerint a reaktív agilitás teszt teljes végrehajtási ideje nincs statisztikailag kimutatható összefüggésben a CODS futóteszt teljes végrehajtási idejével. Jelen tanulmányban leírt reaktív agilitás teszt említett tényezők szerinti karakterisztikája nagyobb komplexitást, bonyolultabb reagálási helyzetet hozott létre, mint a korábbi tesztek, ezáltal nagy valószínűséggel megnövekedett a kognitív faktorok teljesítményt befolyásoló szerepe. A kognitív komponens reaktív agilitás tesztben való markánsabb megjelenése magyarázatul szolgálhat arra, hogy nincs szignifikáns összefüggés az egyébként hasonló CODS futóteszt időeredményei és a reaktív agilitás teszt teljes végrehajtási ideje között. A kognitív komponens szerepének erősödése mellett az irányváltoztatással faló futás gyorsasága, vagyis a fizikai komponens teljesítményben játszott relatív szerepe valószínűleg mérséklődött.

A sportolók tesztelése során megfontolásra érdemes szempont, hogy az alkalmazott tesztelési eljárások, végrehajtásuk módja alapján, mennyire állnak közel az adott sportág vagy sportági csoport jellegzetességeihez, a játékosok pályán végzett tevékenységéhez. A sportjátékok csoportjára és azon belül a labdarúgás tevékenységprofiljára jellemző, hogy a játékosoknak folyamatosan figyelemmel kell kísérniük a körülöttük zajló eseményeket. A játékosoknak a pályán végezett mozgásuk végrehajtása közben reagálniuk kell a labda, a csapattársak, az ellenfelek mozgására. Az egyes játékhelyzetekben döntéseket kell hozniuk és mozgásukat ezen döntések sorozata alapján végzik, illetve módosítják. Döntéseiket befolyásolhatja, hogy a pálya mely területén, milyen irányban stb. történik az adott esemény, vagyis, hogy mik az adott játékhelyzet jellemzői. A döntéseket egyéb tényezők is befolyásolhatják, többek között, az adott játékos taktikai feladata, a mérkőzés eredményének aktuális állása, a hátralévő játékidő is. Elmondhatjuk tehát, hogy a döntési helyzetek egymás után sorozatban jelentkeznek és meglehetősen komplexek, bonyolultak, mindenesetre többségében nem két lehetséges alternatíva közüli választásra korlátozódnak.

Feltételezzük, hogy azok a reaktív agilitás tesztek, amelyek több irányváltoztatást és az irányváltoztatások során több alternatívát alkalmaznak, közelebb állnak a játék által támasztott követelményekhez és döntési helyzetekhez. Az egyszeri és két lehetséges alternatívával végzett irányváltoztatás valószínűleg túlzottan leegyszerűsíti a problémát.

Bartels és mtsai. (2016) az általunk is alkalmazott SpeedCourt eszközt használták fel tanulmányukban. Ifjúsági labdarúgók csoportjával végeztettek taposás tesztet, egy és páros lábbal végrehajtott CMJ ugróteszteket, CODS futótesztet és reaktív agilitás teszteket. Vizsgálatuk nagy hasonlóságot mutat az általunk végzett vizsgálattal a felhasznált eszköz, a vizsgálati minta, és a tesztelési eljárások tekintetében. Eredményeink összhangban állnak az említett tanulmány eredményeivel, mivel a szerzők nem találtak szignifikáns összefüggést az oda-vissza futással teljesített CODS futóteszt és két féle reaktív agilitás teszt időeredményei között. Említett tanulmány szerzői a reaktív agilitás teszt esetében minden irányváltoztatásnál tizenkét lehetséges alternatívát használtak.

Eredményeink alapján a reaktív agilitás tesztben nyújtott teljesítmény nem függ össze az irányváltoztatással végzett futás gyorsaságával, ebből arra következtethetünk, hogy a reaktív agilitás és az irányváltoztatással végzett futás gyorsasága nem azonos kondicionális minőségek. Bartels és mtsai. (2016) munkája alátámasztja, hogy ha a reaktív agilitás teszt több irányváltoztatást illetve több lehetséges alternatívát tartalmaz, akkor a teszt eredményei nincsenek szignifikáns összefüggésben a CODS teszt eredményeivel.

Fenti megállapításnak többértű gyakorlati jelentősége is lehet. A játékosok tesztelésére, kiválasztására vonatkoztatva megállapítható, hogy az előre tervezett, irányváltoztatásokkal végzett futótesztek során kapott eredményekből korlátozott mértékben lehet következtetni a kettőnél több alternatívát felvonultató, sorozatban végrehajtott reagálási helyzetben végzett irányváltoztatásos futás gyorsaságára. Azok a játékosok, akik társaikhoz képest jó eredményt érnek el az előre tervezett teszteken, nem biztos, hogy a komplexebb, reagálást magában foglaló helyzetben ugyanolyan jó teljesítményt nyújtanak. Ehhez hasonló logika alapján az előre tervezett tesztben relatíve kevésbé jól teljesítők, az esetlegesen magas szintű észleléssel és döntéshozatallal kapcsolatos faktoroknak és mozgáskoordinációs képességeknek

köszönhetően, a komplexebb, reagálást megkövetelő helyzetben jobban teljesíthetnek, mint azt a fizikai tényezők előrevetítik.

További következtetések vonhatók le a játékosok képességeinek fejlesztését célzó eljárások, edzésmódszerek tekintetében. A változók közötti nem szignifikáns kapcsolat arra utal, hogy a reaktív agilitás és az irányváltoztatással való futás gyorsaságának fejlesztése eltérő módszereket igényelhetnek. Valószínűsíthető, hogy a reaktív agilitás fejlesztését célzó edzésmódszerek esetében előnyös, ha a feladat tartalmazza az agilitás modelljében szereplő kognitív komponenst, azaz reagálási vagy döntési helyzetben kell a lehető leggyorsabban cselekedni, irányváltoztatást végezni. A témában végzett tanulmányokban egyetértés mutatkozik ebben a kérdésben (Young és mtsai., 2015a). Eredményeink alapján a fenti megállapításhoz további, fontos kiegészítések tehetők, mégpedig, hogy a reaktív agilitás fejlesztését célzó gyakorlatok során ajánlott egymás után többszöri irányváltoztatást végezni és az irányváltoztatások esetében kettőnél több lehetséges alternatívával dolgozni. Az így végzett gyakorlatok az agilitás szempontjából specifikusabbak, bizonyos értelemben jobban különböznek az előre tervezett, irányváltoztatással való futás gyorsaságot fejlesztő gyakorlatoktól. Feltételezhetjük továbbá, hogy nagyobb mértékben felelhetnek meg a mérkőzéseken előforduló, reagálást megkövetelő helyzetek jellegzetességeinek, ezáltal hatékonyabbak lehetnek a sportjátékok többségére jellemző reaktív agilitás fejlesztésében.

6.3. Összefüggések a CODS futóteszt és a vertikális ugróteszt során mért változók között

Feltételeztük, hogy a CODS futóteszt során mért teljes végrehajtási idő, valamint a kontakt idő összefüggésben van a vertikális ugróteszt során mért felugrási magassággal. Feltételezésünk alapja az volt, hogy azok a személyek, akik magasabbra ugranak, azoknak nagyobb az alsó végtagi feszítő izmok maximális ereje (Wisløff és mtsai., 2004). Amennyiben az elrugaszzkodásban résztvevő izmok ereje nagy, akkor az erő-sebesség kapcsolatból adódóan az elrugaszkodás dinamikusabb lehet, azaz nagyobb lehet a súlypont sebessége az elrugaszkodást követően. A labdarúgók az irányváltoztatást, így a CODS tesztben is, pliometriás jellegű izomtevékenységgel végzik, amely magába foglalja az izmok excentrikus, majd koncentrikus, azaz

nyújtásos-rövidülési kontrakcióját (Schmidtbleicher, 1992). A pliometriás erő kifejtés jól jellemzi az izmok reaktív erő kifejtő képességét, amely nem tévesztendő össze a reaktív agilitással. Beattie és mtsai. (2017) kimutatták, hogy a maximális izometriás erő és a reaktív erő között szignifikáns kapcsolat van. Következésképpen, akik nagyobb reaktív erővel rendelkeznek, azok rövidebb idő alatt képesek rövid távot (5, 10, 20 m) lefutni és irányt változtatni, vagyis feltételezhetően mind a teljes CODS idő, mind a kontaktidő átlaga rövidebb lehet.

Vizsgálatunkban nem határoztuk meg az alsó végtag feszítő izmainak a maximális erejét (1RM), de a CMJ eredménye és a maximális erő közötti kapcsolatból (Wisløff és mtsai., 2004) arra következtethettünk, hogy azok a személyek, akik magasabbra ugrottak nagyobb reaktív erővel is rendelkeznek (Beattie et al., 2017), amely adott táv rövidebb idő alatti megtételét eredményezi (Comfort et al., 2014).

Az általunk mért 41.5 ± 5.2 cm felugrási magasság hasonló svéd harmadosztályú labdarúgóknál talált értékekhez (39.8 – 43.0 cm) ugyanakkor kisebb, mint horvát első osztályú labdarúgók csoportjánál talált 45.1 ± 1.7 cm felugrási magasság (Faude és mtsai., 2013; Sporiš és mtsai., 2009).

Vizsgálatunkban, hipotézisünkkel ellentétben, nem tudtunk kimutatni kapcsolatot a CODS teszt végrehajtás teljes ideje, valamint a kontaktidők átlaga között, amelynek több oka is lehet. Az egyik oknak azt tekinthetjük, hogy bár a függőleges felugrás (CMJ) robbanékony erőtesztnek tekinthető magába foglalva a nyújtásos-rövidülési kontrakciós ciklust, nem tudtuk meghatározni a reaktív erőindexet a vizsgálati eszközünk limitált használata miatt. A reaktív erőindex meghatározása úgy történik, hogy a levegőben tartózkodási időt elosztják a végrehajtási idővel (Young, 1995). Minél rövidebb az ízületi hajlításra és nyújtásra fordított (felugrási) idő és minél hosszabb a levegőben tartózkodási idő (felugrási magasság) annál nagyobb az arányszám. Feltehetően, amennyiben a reaktív erőindexet ki tudtuk volna számolni, akkor a változók között szignifikáns kapcsolatot lehetett volna kimutatni.

Eredményünket összehasonlítva a korábbi kutatási eredményekkel azonosságok és különbségek állapíthatók meg. A teljes végrehajtási idő tekintetében kapott eredményünk ellentmond a legtöbb, ugyanezen témában végzett kutatás eredményével (Peterson és mtsai., 2006; Pauole és mtsai., 2000; Barnes és mtsai., 2007; Kapidžić és mtsai., 2011; Jones és mtsai., 2009; Spiteri és mtsai., 2014; Sattler és mtsai., 2015). A

felsorolt kutatások szignifikáns összefüggést találtak a vertikális ugróteszt során mért felugrási magasság és a CODS futóteszt eredményei között. A kapott eredmény ellentétes Young és mtsai. (2006a) megállapításával, miszerint a nyújtásos-rövidülési izomműködés hatékony végrehajtása az irányváltoztatást létrehozó kitámasztás során kedvező feltételeket biztosít a sportolónak, ezáltal az irányváltoztatással való futás gyorsaságának fontos komponense.

Fenti ellentmondások egyik lehetséges magyarázata az általunk alkalmazott CODS futóteszt végrehajtási módjában keresendő. Jelen tanulmányban alkalmazott CODS futóteszt bizonyos értelemben különbözik a korábbi tanulmányok szinte mindegyikében használt CODS futótesztetől. Az eddig leírt tesztek esetében jellemzően a vizsgálati személyeknek bizonyos akadályokat kellett megkerülniük (Young és mtsai., 2002; Kapidžić és mtsai. 2011), vagy kezükkel érinteniük (Peterson és mtsai., 2006; Pauole és mtsai., 2000; Spiteri és mtsai., 2014; Sattler és mtsai., 2015) irányváltoztatással való futás közben. Young és mtsai. (2015b) kutatásában a vizsgálati személyeknek egy nagyobb kijelölt területen, pontosan nem meghatározott helyen kellett irányt változtatniuk, míg Barnes és mtsai. (2007) vizsgálatában egy viszonylag nagy felületű erőplaton kellett kitámasztani és irányt változtatni.

A kutatásunkban leírt CODS futóteszt esetében a vizsgálati személyeknek, irányváltoztatással való futás közben, 30 x 30 cm nagyságú, négyzet alakú területeket kellett lábfejükkel érinteni. Ez a végrehajtási mód nagy valószínűséggel nehezebb feladat elé állította a vizsgálati személyeket, mint a korábbi CODS tesztek, mert maximális sebességre való törekvés közben viszonylag kisméretű, kijelölt területet kellett egyik lábukkal érinteni, ami összetettebb mozgáskoordinációt igényelhetett tőlük. A futás közben végzett lépések hosszának és frekvenciájának pontos igazítására való törekvés valószínűleg komplexebb feladatot jelentett, mint azok a tesztek, ahol a vizsgálati személyeknek nem egy meghatározott pontot kellett érinteniük a talajon.

Ha a teljesítendő pályát bóják vagy karók jelölik, akkor ezen akadályok megkerülésekor a sportolónak nem kell arra figyelnie, hogy pontosan hol érinti a talajt a lábfejével. Ugyanez jellemző akkor is, ha egy adott bóját kell kézzel érinteni, vagy ha az irányváltoztatás egy több négyzetméter nagyságú területen megy végbe.

A Barnes és mtsai. (2007) által használt tesztben a vizsgálati személyeknek egy kijelölt területet kellett ugyan a lábukkal érinteni, de az említett terület (erőplató)

viszonylag nagy volt (az általunk használt platform felületének hatszorosa), szélessége pedig a tesztre kijelölt pálya szélességével megegyező méretű volt. A teszt oda-vissza futásból állt, 180 fokos fordulatokkal, és a vizsgálati személyeknek végig a kijelölt sávban kellett haladniuk. Véleményünk szerint ebben a tesztben az adott felület lábbal való érintése nem jelentett jelentős mozgáskoordinációs követelmény növekedést.

Mindezek alapján a vizsgálatunkban leírt teszt végrehajtási módjának sajátossága egy lehetséges magyarázata a korábbi tanulmányok és az általunk lefolytatott vizsgálat eredményeinek különbözőségének. A talajon jelölt, viszonylag kis felületek maximális sebességre való törekvés mellett való megérintése megnövelhette a mozgáskoordináció teljesítményt befolyásoló szerepét, ezáltal a láb erejének teljesítményt befolyásoló szerepe mérséklődhetett. Alátámasztja ezt a véleményt Bartels és mtsai. (2016) tanulmányának eredménye, mert az azonos eszközön végzett, de jelen tanulmányban alkalmazott CODS tesztől eltérő (irányváltoztatások száma és szöge, teljes hossz) futóteszt esetében szintén nem találtak szignifikáns összefüggést a felugrási magasság és a futóteszt időeredménye között, ami a korábbi tanulmányok eredményeinek többségével ellentmondásos eredmény.

A kontaktidő szintén nem mutatott szignifikáns összefüggést a vertikális ugróteszt során mért felugrási magassággal. A nagyobb felugrási magasságban megnyilvánuló nagyobb dinamikus láberő szint tehát nem járt együtt az irányváltoztatással való futás esetén végzett kitámasztás kontaktidejének rövidülésével. Ezen eredmény hátterében feltehetőleg ugyanazok a tényezők játszanak szerepet, mint a teljes végrehajtási idő esetében. A kijelölt felületek érintéséből adódó magasabb mozgáskoordinációs követelmény, a futás közben tett lépések hosszának és frekvenciájának igazítása, az egyensúly nagy haladási sebesség melletti megtartása feltehetőleg korlátozta a vizsgálati személyeket abban, hogy dinamikus láberejük szintjét maximálisan hasznosítani tudják a teszt végrehajtásakor.

Kutatási eredményünk hátterében valószínűleg a CODS futóteszt speciális végrehajtási módja áll. Véleményünk szerint ez az eredmény nem kérdőjelezi meg a láb dinamikus erejének szerepét az irányváltoztatással való futás gyorsaságában, ahogy azt a korábbi kutatások nagy része kimutatta. Vizsgálati személyeink minimum tíz év labdarúgás sportágban szerzett tapasztalattal rendelkeztek, így biztosan állíthatjuk, hogy jártasak voltak az irányváltoztatásokkal, kitámasztásokkal végzett gyors futások

teljesítésében. Az is igaz azonban, hogy mozgástapasztalatuk túlnyomórészt nem olyan típusú mozgásmintákból származott, ahol a talajon kijelölt, viszonylag kis felületeket kellett érinteniük irányváltoztatás közben, maximális sebességre való törekvés mellett. Feltehetőleg az ilyen típusú tesztek végrehajtásában való jártasság növekedésével a sportolók egyre inkább képessé válnak dinamikus láberejük minél hatékonyabb kihasználásában is hasonló feladat végrehajtás során.

6.4. Összefüggések a reaktív agilitás futóteszt során mért időeredmények és a vertikális ugróteszt során mért felugrási magasság között

Azt feltételeztük, hogy reaktív agilitás teszt és a vertikális ugróteszt eredményei nem mutatnak összefüggést egymással. Ennek a feltételezésnek racionális alapja az volt, hogy amennyiben összefüggés van a CODS teszt eredményei és vertikális felugrás eredménye között és nincs kapcsolat a CODS a reaktív agilitás teszt időeredményei között, akkor nincs kapcsolat a reaktív teszt időeredményei és a függőleges felugrás eredménye között. A másik feltételezési alap az volt, hogy amennyiben azért nincs összefüggés a CODS és a reaktív agilitás teszt időeredményei között, mert a reaktív agilitás teszt végrehajtásakor a figyelem megoszlást okoz, akkor feltételezhető, hogy a robbanékonyerő kihasználási lehetőséget befolyásolja a feladat végrehajtására törekvés. Nevezetesen, nem biztos, hogy az lesz képes a leggyorsabban reagálni a jelekre, aki a legmagasabbra tud ugrani.

Nem találtunk szignifikáns összefüggést a reaktív agilitás teszt során mért teljes végrehajtási idő, kontaktidő és pontok közötti részidő illetve a vertikális ugróteszt során mért felugrási magasság között. Eredményeink összhangban vannak a témában végzett korábbi kutatások eredményeivel (Spiteri és mtsai., 2014; Young és mtsai., 2015b; Henry és mtsai., 2016, Bartels és mtsai., 2016), amelyek szintén nem találtak szignifikáns összefüggést a reaktív agilitás teszt időeredménye és vertikális ugróteszt során mért eredmények között. Egyetértünk fent említett szerzőkkel abban a megállapításban, hogy ennek a jelenségnek a magyarázatát a reaktív agilitás tesztben megjelenő észleléssel és döntéshozatallal kapcsolatos tényezők jelenléte adja. A vizuális inger megjelenésekor és feldolgozásakor végbemenő folyamatok, a reagálás szükségessége a feladatban, lecsökkentik a dinamikus láberő teljesítményben játszott relatív szerepét. Spiteri és mtsai. (2014) kiemelik, hogy a reaktív tesztben a kitámasztás

iránya akkor válik biztossá, amikor a sportoló már feldolgozta a vizuális ingert, így kevésbé tud felkészülni az irányváltoztatásra. Young és mtsai. (2015b) azt figyelték meg, hogy vizsgálati személyeik a reaktív agilitás teszt végrehajtásakor apró lépésekkel közelítettek ahhoz a ponthoz, ahol a vizuális inger láthatóvá vált számukra, és olyan testhelyzetet igyekeztek felvenni, amely a lehetséges következő haladási irányok mindegyikébe történő elinduláshoz a lehető legkedvezőbb helyzetet biztosította. Az előre tervezett tesztnél (CODS) a sportoló valószínűleg jobban elő tudja készíteni az irányváltoztatást, lépéseinek hosszát és frekvenciáját, törzsének helyzetét jóval korábban optimalizálni tudja, ezáltal dinamikus láberejének kapacitását is nagyobb hatásokkal tudja kihasználni. Ennek fő oka valószínűleg, hogy a sportoló ebben az esetben a robbanékony erő kifejtés szempontjából kedvezőbb biomechanikai helyzetbe tudja hozni testszegmenseit és ízületeit.

Egyes kutatásokban a reaktív agilitás teszt során videó elemzés segítségével meghatározták a vizuális inger megjelenése és a válaszcselekvés megindítása között eltelt időtartamot, amit döntési időnek (decision time) neveznek. A vizuális inger megjelenésétől a célba érkezésig eltelt időtartamot pedig mozgási időnek (movement time) nevezik (Farrow és mtsai., 2005; Gabbett és mtsai., 2008; Serpell és mtsai., 2010; Young és Willey, 2010; Henry és mtsai., 2011; Scanlan és mtsai., 2014). Young és Willey (2010) kutatásában a teszt teljes végrehajtási ideje szignifikáns összefüggést mutatott a döntési idővel és a mozgási idővel egyaránt, ugyanakkor a döntési idő esetében talált korrelációs együttható nagyobb volt, ($r = 0.77$), mint a mozgási idő esetében ($r = 0.59$). Eredményük alapján a vizuális inger feldolgozásának gyorsasága jobban befolyásolta a teljes teszt végrehajtási idejét, mint a reagálást követően megindított mozgás gyorsasága, mindamellett, hogy a döntési idő a teszt teljes végrehajtási idejének csak 3.6%-a volt (Young és mtsai., 2015b). Scanlan és mtsai., (2014) szintén szignifikáns összefüggést találtak a döntési idő és a reaktív agilitás teszt teljes végrehajtási ideje között.

A döntési időt vizsgáló további tanulmányok esetében Farrow és mtsai. (2005), Gabbett és Benton (2009), Gabbett és Abernethy (2013) szignifikánsan rövidebb döntési időt találtak magasabb szintű rögbi játékosoknál, mint alacsonyabb szintű társaiknál. Serpell és mtsai. (2011) illetve Young és Rogers (2014) kutatásában a reaktív agilitás

fejlesztését célzó, videoklippeket illetve speciális edzésjátékokat alkalmazó edzést követően szignifikáns fejlődést találtak a döntési idő tekintetében.

Fenti tanulmányok eredményei alátámasztják az észleléssel és döntéshozatallal kapcsolatos tényezők reaktív agilitásban játszott kiemelt szerepét. Tanulmányunkban a reaktív agilitás tesztben megjelenő kognitív komponens valószínűleg mérsékelte a dinamikus láberő teljes kapacitásának kihasználását, ez magyarázatul szolgálhat a reaktív agilitás tesztben mért időeredmények és a vertikális ugróteszt eredményeinek összevetése során kapott eredményekre.

6.5. Összefüggések a CODS futóteszt során mért időeredmények és a taposás teszt során mért érintések száma között

Hipotézisünk szerint összefüggést vártunk a taposás tesztben mért érintések száma és a CODS futóteszt során mért időeredmények között. Ennek háttérében az állt, hogy a futógyorsaság és a CODS elkülönítése megalapozott, ugyanakkor nem tisztázott, hogy a teljesítményben szerepet játszó mely faktorok közösek, és melyek jelentik a különbséget. A mozdulatgyorsaság CODS teljesítményben játszott feltételezett szerepét az irányváltások esetében megfigyelhető, gyors, rövid lépések végrehajtásának követelményére alapoztuk.

A taposás teszt a mozdulatgyorsaság (frekvenciagyorsaság) vizsgálatára alkalmas tesztelési eljárás, amelyben fontos szerepet játszik az intra- és intermuszkuláris koordináció szintje. A ciklikus frekvenciagyorsaság a gyorsaság egy megjelenési formája, amely a ritmikusan ismétlődő, alacsony ellenállással szemben végzett motoros akciók sorozatának lehető legnagyobb sebességgel való végrehajtására való képességet jelenti (Weineck, 2004).

Damerow (2006) szignifikáns összefüggést talált az alsó végtag mozgásában megnyilvánuló frekvenciagyorsaság és a futógyorsaság között. Korábban láttuk, hogy az egyenes vonalú futásban megnyilvánuló gyorsaság nem azonos az irányváltoztatással végrehajtott futás gyorsaságával, így felmerül a kérdés, hogy van-e összefüggés az irányváltoztatással való futás gyorsasága és a frekvenciagyorsaság között.

A 3 s időtartamban végzett taposás teszt során általunk mért 36.6 ± 3.8 db érintés némileg több, mint német, területi bajnokságban játszó ifjúsági csapat esetében mért

34.7 ± 3 db érintés, ugyanakkor nagyon hasonló ugyanezen kutatásban, speciális edzésprogramot követően mért 36.8 ± 2.1 db értékkel (Bartels és mtsai., 2016).

Vizsgálatunkban a CODS teszt során mért változók egyike sem állt szignifikáns kapcsolatban a mozdulatgyorsasággal. Ezen eredmény összhangban áll a korábban már említett Bartels és mtsai. (2016) által végzett vizsgálat eredményeivel, akik szintén nem találtak szignifikáns összefüggést a taposás teszt és oda-vissza futással végzett CODS futóteszt eredményei között.

A dinamikus láberő kapcsán már leírt gondolatmenet itt is érvényesnek látszik, miszerint az irányváltoztatással végrehajtott gyors futás eltérő mozgáskoordinációs mintázata lecsökkenti a gyorsaság esetében fontos tényezők relatív, teljesítményt befolyásoló szerepét. Ezek az eredmények egyben további alátámasztást nyújtanak azon véleményre, hogy a futógyorsaság irányváltoztatással nem azonos az egyenes vonalú sprint futás esetében megnyilvánuló gyorsasággal.

6.6. Összefüggések a reaktív agilitás futóteszt során mért időeredmények és taposás teszt során mért érintések száma között

Feltételezésünk szerint a reaktív agilitás teszt során mért időeredmények nem állnak összefüggésben a taposás teszt során mért érintések számával, mert az észleléssel és döntéshozatallal kapcsolatos tényezők relatív nagyobb jelentőséggel bírnak a teljesítményben, ezáltal a mozdulatgyorsaság teljesítményt befolyásoló relatív szerepe lecsökken.

A reaktív agilitás teszt időeredményei és a taposás teszt során mért érintések száma közötti összefüggések némileg ellentmondásosak, ugyanis a teljes végrehajtási idő nem mutatott szignifikáns kapcsolatot a taposás tesztben mért érintések számával, ugyanakkor a pontok közötti részidő és a kontaktidő igen. ASA tekintetében negatív, míg ATuA esetében pozitív szignifikáns korrelációt találtunk.

A teljes végrehajtási idő tekintetében talált eredmény arra utal, hogy a reaktív agilitás teljesítmény nem függ össze a taposás tesztben megnyilvánuló mozdulatgyorsasággal. Ezen eredmény összhangban áll Bartels és mtsai. (2016) eredményével, akik szintén nem találtak összefüggést a taposás teszt és a reaktív agilitás teszt eredményei között. A reaktív agilitás komplex természete és az ilyen teljesítményben szerepet játszó egyéb faktorok miatt a mozdulatgyorsaság szerepe

mérsékeltnek látszik. Ezt alátámasztja, hogy az egyenes vonalban való futás esetében megnyilvánuló gyorsaság és a mozdulatgyorsaság között szignifikáns összefüggéseket találtak (Damerow, 2006).

A kontaktidők és a pontok közötti részeit elemzések kapott eredmények értelmezését nehezíti, hogy tudomásunk szerint nincs olyan korábbi tanulmány, amely a fent említett változók összefüggéseit vizsgálja. A pontok közötti részeit és a taposás teszt során mért érintések száma között talált szignifikáns összefüggés (12. ábra) arra utal, hogy a nagyobb mozdulatgyorsaság hozzájárul a rövidebb pontok közötti részeithez, ez azonban a teljes végrehajtási idő időtartamát nem befolyásolja. A mozdulatgyorsaság magas szintje miatt a sportoló adott időtartam alatt több lépés megtételére lehet képes, ezáltal gyorsabban tudja lépéseit igazítani, hogy a vizuális inger feldolgozása után megfelelő irányba tudjon megindulni. A megfigyelés, miszerint a mozdulatgyorsaság az előre tervezett teszt eredményével nem mutat összefüggést, ugyanakkor vizuális ingerre történő reagáláskor igen, arra utal, hogy a nagyobb mozdulatgyorsaság kifejezetten az ilyen, reagálásos helyzetekben jelenthet előnyt a sportoló számára. Lehetséges, hogy ezekben a szituációkban a sportolók instabilabb egyensúlyi helyzetben kell, hogy lépéseik hosszát, lábuk helyzetét, kitámasztásuk szögét optimalizálni tudják, mint az előre tervezett irányváltoztatásokkor. Ebben az instabil egyensúlyi helyzetben előnyös lehet a nagy mozdulatgyorsaság, amelynek segítségével a fent leírt mozdulatok hatékonyabban végrehajthatóak.

A kontaktidő és a taposás tesztben mért érintések száma között talált pozitív korreláció további kéréseket vet fel, mert ezen eredmény azt jelenti, hogy a taposás teszt során végzett több érintés hosszabb kontaktidővel járt együtt a reaktív agilitás teszt során. A két változó közös varianciája 28%.

Fenti, részben ellentmondásos eredmények alapján nehéz következtetéseket levonni a reaktív agilitás és a mozdulatgyorsaság között fennálló esetleges összefüggésekről, így a témában végzett további kutatások javasoltak. Összességében elmondható, hogy eredményeink alapján a mozdulatgyorsaság és a reaktív agilitás nem mutatnak szoros összefüggést egymással.

7. KÖVETKEZTETÉSEK

7.1. Hipotézisek bevalásának vizsgálata

Eredményeink alapján az alábbi megállapításokat tehetjük a megfogalmazott hipotézisekre vonatkozóan:

1. Négy irányváltoztatást magában foglaló, az irányváltoztatásoknál nyolc lehetséges alternatíva alkalmazásával végrehajtott reaktív agilitás teszt során mért teljes végrehajtási idő hosszabb, mint négy irányváltoztatást magában foglaló CODS futóteszt esetén

A hipotézist igazoltnak tekintjük, mert a reaktív agilitás teszt esetében hosszabb teljes végrehajtási időt találtunk, mint a CODS teszt esetében.

2. A reaktív agilitás teszt során mért kontaktidők hosszabbak a CODS futóteszt során mért kontaktidőknél

A hipotézist el kell vetnünk, mert nem találtunk különbséget a kontaktidőknél a reaktív agilitás és CODS tesztek esetében.

3. A reaktív agilitás teszt és CODS futóteszt során mért pontok közötti részdők hossza nem különbözik egymástól

A hipotézist el kell vetnünk, mert a reaktív agilitás teszt esetében hosszabb pontok közötti részdőt találtunk, mint a CODS teszt esetében.

4. A reaktív agilitás teszt során mért teljes végrehajtási idő nincs összefüggésben a CODS futóteszt során mért teljes végrehajtási idővel

A hipotézist igazoltnak tekintjük, mert nem találtunk összefüggést a reaktív agilitás teszt és a CODS teszt teljes végrehajtási ideje között.

5. A reaktív agilitás teszt során mért kontaktidő nincs összefüggésben a CODS futóteszt során mért kontaktidővel

A hipotézist igazoltnak tekintjük, mert nem találtunk összefüggést a reaktív agilitás teszt és a CODS teszt során mért kontaktidők között.

6. A reaktív agilitás teszt során mért pontok közötti részdő nincs összefüggésben a CODS futóteszt során mért pontok közötti részdővel

A hipotézist igazoltnak tekintjük, mert nem találtunk összefüggést a reaktív agilitás teszt és a CODS teszt során mért pontok közötti részdők között.

7. A CODS futóteszt során mért teljes végrehajtási idő és a vertikális ugróteszt során mért felugrási magasság összefüggésben állnak egymással.

A hipotézist el kell vetnünk, mert nem találtunk összefüggést a CODS futótesztben mért teljes végrehajtási idő és a CMJ ugrótesztben mért felugrási magasság között.

8. A CODS futóteszt során mért kontaktidő és a vertikális ugróteszt során mért felugrási magasság összefüggésben állnak egymással.

A hipotézist el kell vetnünk, mert nem találtunk összefüggést a CODS futótesztben mért kontaktidő és a CMJ ugrótesztben mért felugrási magasság között.

9. A reaktív agilitás teszt és a vertikális ugróteszt eredményei nem mutatnak összefüggést egymással.

A hipotézist igazoltnak tekintjük, mert nem találtunk összefüggést a reaktív agilitás teszt során mért teljes végrehajtási idő, pontok közötti részdő, kontaktidő illetve a CMJ tesztben mért felugrási magasság között.

10. A CODS futóteszt és a mozdulatgyorsaság vizsgálatára alkalmazott taposás teszt eredményei összefüggésben állnak egymással.

A hipotézist el kell vetnünk, mert nem találtunk összefüggést a CODS futóteszt és a taposás teszt során vizsgált változók között.

11. A reaktív agilitás teszt és a mozdulatgyorsaság vizsgálatára alkalmazott taposás teszt eredményei nem mutatnak összefüggést egymással.

A hipotézist részben igazoltnak tekintjük. A reaktív agilitás teszt során mért teljes végrehajtási idő tekintetében nem találtunk összefüggést a taposás tesztben mért érintések számával. A pontok közötti részidő negatív, míg a kontaktidő pozitív korrelációt mutatott a taposás teszt során rögzített érintések számával.

7.2. Következtetések összefoglalása

Vizsgálati eredményeink arra utalnak, hogy a reaktív agilitás és az irányváltoztatással való futás gyorsasága nincsenek összefüggésben egymással, amennyiben a felhasznált futóteszt négy irányváltoztatást tartalmaznak és a reaktív agilitás teszt esetében az irányváltoztatások nyolc lehetséges alternatíva közül kell a megfelelő irányba irányt változtatni. Fenti megállapítást bizonyítja, hogy a két típusú futóteszt esetében vizsgált változók egyike esetén sem találtunk összefüggést.

Eredményeink alapján az irányváltoztatással való futás gyorsasága és a dinamikus láberő nem mutat összefüggést, amelynek valószínű magyarázata az általunk alkalmazott futóteszt végrehajtási módjában keresendő.

A reaktív agilitás és a dinamikus láberő között szintén nem találtunk összefüggést, aminek hátterében a reaktív agilitás komplex természete állhat.

Az irányváltoztatással való futás gyorsasága nem mutatott összefüggést a mozdulatgyorsasággal, ennek hátterében az alkalmazott futóteszt karakterisztikája állhat. A reaktív agilitás és a mozdulatgyorsaság kapcsolatának vizsgálatakor részben ellentmondásos eredményeket kaptunk, így egyértelmű következtetések levonása helyett azt mondhatjuk, hogy nem mutatkozik szoros összefüggés ebben a tekintetben.

8. ÖSSZEFOGLALÁS

Kutatásunk fő célja a reaktív agilitás és az irányváltoztatással való futás gyorsasága közötti összefüggések feltárása volt. A témában végzett eddigi kutatások hangsúlyozzák a két terület egymástól való független mivoltát, ugyanakkor az elvégzett tanulmányok nagy részében szignifikáns összefüggéseket találtak fent nevezett képességeket reprezentáló változók között. Ennek egyik lehetséges oka a felhasznált tesztek jellegzetessége. Kutatásunkban négy irányváltoztatást tartalmazó, előre tervezett és vizuális ingerre való reakcióval végzett futóteszteket alkalmaztunk, a reaktív agilitás teszt esetében minden irányváltoztatásnál nyolc lehetséges alternatívával. Vizsgáltuk emellett a reaktív agilitás és az irányváltoztatással való futás gyorsaságának összefüggéseit a dinamikus láberővel és a mozdulatgyorsasággal.

Vizsgálati mintánkat 16 amatőr labdarúgó mezőnyjátékos alkotta, akikkel előre tervezett, irányváltoztatással való futótesztet (CODS), reaktív agilitás tesztet, vertikális ugrótesztet (counter-movement jump), és három másodperc időtartamig, váltott lábbal végzett taposás tesztet végeztettünk.

Nem találtunk szignifikáns összefüggést a CODS futóteszt és a reaktív agilitás teszt során rögzített időeredmények között. Nem találtunk továbbá szignifikáns összefüggést a két féle futótesztben mért időeredmények illetve a vertikális ugróteszt során mért felugrási magasság között. A CODS futóteszt esetében rögzített időeredmények egyike sem mutatott összefüggést a taposás tesztben mért érintések számával. A reaktív agilitás teszt esetében a teljes végrehajtási idő nem mutatott szignifikáns összefüggést a taposás teszt eredményével, míg a kontaktidő pozitív, a pontok közötti részdő pedig negatív szignifikáns korrelációt mutatott az érintések számával.

Eredményeink alátámasztják a reaktív agilitás és az irányváltoztatással való futás gyorsaságának egymástól való elkülönítését és hasznos gyakorlati információkkal szolgálnak a labdajátékosok teszteléséhez, képességeinek fejlesztéséhez. Tanulmányunk alapján a reaktív agilitás tesztelésében és fejlesztésében az egymás után többször és több lehetséges alternatívával végzett tesztfeladatok és gyakorlatok alkalmazása javasolt.

9. SUMMARY

The main aim of this study was to assess the relationship between reactive agility and change of direction speed. Studies conducted in this topic emphasize that these two abilities independent from each other, but most of the studies found a significant relationship between the variables representing the two above mentioned abilities. A possible reason for these findings are the characteristics of the tests utilised in these studies. Our participants completed change of direction speed and reactive agility tests with four changes of direction. The reactive agility test contained directional changes with eight possible alternatives. We also assessed the relationship between change of direction speed, reactive agility, leg strength and movement frequency.

Sixteen amateur outfield soccer players participated in the study. They completed CODS, reactive agility, counter-movement jump and foot tapping tests (3 sec).

We found nonsignificant relationships between times measured in CODS and reactive agility tests. We found also nonsignificant relationships between jump height and times measured in CODS and reactive agility test. Times measured in the CODS test showed nonsignificant relationships with tapping count. Average total time in the reactive agility test showed a nonsignificant relationship with tapping count. Average turn time showed a positive significant correlation with tapping count. Average split time showed a negative significant correlation with tapping count.

Our results support the distinction of reactive agility and change of direction speed, and also contribute to the testing and training of team sport athletes. According to our study it is suggested to apply reactive agility tests and training drills with repeated changes of directions and with more directional alternatives.

10. IRODALOMJEGYZÉK

Akdeniz Ş, Karli Ü, DaşDemir T, Yazar H, Yilmaz B. (2012) Impact of exercise induced muscle damage on sprint and agility performance. J Physic Educ Sport Sci, 6: 152-160.

Alemdaroğlu U. (2012) The Relationship Between Muscle Strength, Anaerobic Performance, Agility, Sprint Ability and Vertical Jump Performance in Professional Basketball Players. J Hum Kinet, 31: 149-158.

Alegria J, Bertelson P. (1970) Time uncertainty, number of alternatives and particular signal-response pair as determinants of choice reaction time. Acta Psychol, 33: 36-44.

Asadi A. (2012) Effects of six weeks depth jump and countermovement jump training on agility performance. Sport Sci, 5: 67-70.

Baker D. (1999) A comparison of running speed and quickness between elite professional and young rugby league players. Strength Cond Coach, 7: 3-7.

Baker D, Nance S. (1999) The relation between running speed and measures of strength and power in professional rugby league players. J Strength Cond Res, 13: 230-235.

Bangsbo J. (1994) The physiology of soccer--with special reference to intense intermittent exercise. Acta Physiol Scand Suppl, 619: 1-155.

Bangsbo J, Mohr M. Fitness testing in football: fitness training in soccer II. (ePub) Bangsbosport, 2012: 83-96.

Bangsbo J, Mohr M, Krstrup P. (2006) Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. J. Sports Sci., 24: 665-674.

Bangsbo J, Norregaard L, Thorso F. (1991) Activity profile of competition soccer. *Can J Sport Sci*, 16: 110-116.

Barnes JL, Schilling BK, Falvo MJ, Weiss LW, Creasy AK, Fry AC. (2007) Relationship of jumping and agility performance in female volleyball athletes. *J Strength Cond Res*, 21: 1192-1196.

Barrow HM, MacGee R. *A Practical Approach to Measurement in Physical Education*. Lea & Febiger, Philadelphia, 1971.

Bartels T, Proeger S, Meyer D, Rabe J, Brehme K, Pyschik M, Delank KS, Fieseler G, Schulze S, Schwesig R. (2016) Hochreaktives Training bei jugendlichen Fußballspielern. *Sportverletz Sportschaden*, 30: 143-148.

Benvenuti C, Minganti C, Condello G, Capranica L, Tessitore A. (2010) Agility assessment in female futsal and soccer players. *Medicina (Kaunas)*, 46: 415-420.

Bernier MR. (2003) Perturbation and agility training in the rehabilitation of soccer athletes. *Athl Ther Today*, 8: 20-22.

Besier TF, Lloyd DG, Ackland TR, Cochrane JL. (2001a) Anticipatory effects on knee joint loading during running and cutting maneuvers. *Med Sci Sports Exerc*, 33: 1176-1181.

Besier TF, Lloyd DG, Cochrane JL, Ackland TR. (2001b) External loading of the knee joint during running and cutting maneuvers. *Med Sci Sports Exerc*, 33: 1168-1175.

Beattie K, Carson BP, Lyons M, Kenny IC. (2017) The relationship between maximal strength and reactive strength. *Int J Sports Physiol Perform*, 12: 548-553.

Bishop D, Middleton G. (2013) Effects of static stretching following a dynamic warm-up on speed, agility and power. *J Hum Sport Exerc*, 8: 391-400.

Bloomfield J, Ackland TR, Elliott BC. Applied anatomy and biomechanics in sport. Blackwell Scientific Publications, Melbourne, 1994.

Bloomfield J, Polman R, O'Donoghue P. (2007) Physical demands of different positions in FA Premier League soccer. *J Sports Sci Med*, 6: 63-70.

Bradley PS, Di Mascio M, Peart D, Olsen P, Sheldon B. (2010) High-intensity activity profiles of elite soccer players at different performance levels. *J Strength Cond Res*, 24: 2343-2351.

Bret C, Rahmani A, Dufour AB, Messonnier L, Lacour JR. (2002) Leg strength and stiffness as ability factors in 100 m sprint running. *J Sports Med Phys Fitness*, 42: 274-281.

Brito J, Vasconcellos F, Oliveira J, Krstrup P, Rebelo A. (2014) Short-term performance effects of three different low-volume strength-training programmes in college male soccer players. *J Hum Kinet*, 40: 121-128.

Brughelli M, Cronin J, Levin G, Chaouachi A. (2008) Understanding Change of Direction Ability in Sport: A Review of Resistance Training Studies. *Sports Med*, 38: 1045-1063.

Bullock W, Panchuk D, Broatch J, Christian R, Stepto NK. (2012) An integrative test of agility, speed and skill in soccer: Effects of exercise. *J Sci Med Sport*, 15: 431-436.

Buttifant D, Graham K, Cross K. Agility and speed in soccer players are two different performance parameters. In: Spinks W. (szerk.), *Science and football IV*. Routledge, London, 2002: 329-332.

Carling C, Bloomfield J, Nelsen L, Reilly T. (2008) The role of motion analysis in elite soccer: contemporary performance measurement techniques and work rate data. *Sports Med*, 38: 839-862.

Carling C, Le Gall F, Dupont G. (2012) Analysis of repeated high-intensity running performance in professional soccer. *J Sports Sci*, 30: 325-336.

Chaouachi M, Granacher U, Makhoulf I, Hammami R, Behm DG, Chaouachi A. (2017) Within Session Sequence of Balance and Plyometric Exercises Does Not Affect Training Adaptations with Youth Soccer Athletes. *J Sports Sci Med*, 16: 125-136.

Chelladurai P. (1976) Manifestations of agility. *J Can Assoc Health Phys Educ Rec*, 42: 36-41.

Colby S, Francisco A, Yu B, Kirkendall D, Finch M, Garrett W. (2000) Electromyographic and kinematic analysis of cutting maneuvers: implications for anterior cruciate ligament injury. *Am J Sports Med*, 28: 234-240.

Comfort P, Stewart A, Bloom L, Clarkson B. (2014) Relationships between strength, sprint, and jump performance in well-trained youth soccer players. *J Strength Cond Res*, 28: 173-177.

Condello G, Schultz K, Tessitore A. (2013) Assessment of Sprint and Change-of-Direction Performance in College Football Players. *Int J Sports Physiol Perform*, 8: 211-212.

Cureton TK. Physical fitness of champion athletes. University of Illinois Press, Urbana, 1951.

Damerow M. Die Betrachtung der Schnelligkeit im Kontext der konditionellen Fähigkeiten und die Notwendigkeit einer neuartigen Sichtweise: ein Modellansatz zur Strukturierung der Schnelligkeit, Otto-von-Guericke-Universität, Magdeburg, 2006.

Di Salvo V, Baron R, González-Haro C, Gormasz C, Pigozzi F, Bachl N. (2010) Sprinting analysis of elite soccer players during European Champions League and UEFA Cup matches. *J Sports Sci*, 28: 1489-1494.

Di Salvo V, Baron R, Tschan H, Calderon Montero FJ, Bachl N, Pigozzi F. (2007) Performance Characteristics According to Playing Position in Elite Soccer. *Int J Sports Med*, 28: 222-227.

Djevalikian R. The relationship between asymmetrical leg power and change of running direction. University of North Carolina, Chapel Hill, NC 1993.

Dos'Santos T, Thomas C, Jones PA, Comfort P. (2018) Asymmetries In Isometric Force-Time Characteristics Are Not Detrimental To Change Of Direction Speed. *J Strength Cond Res*, 32: 520-527.

Draper JA, Lancaster MG. (1985) The 505 test: a test for agility in the horizontal plane. *Aust J Sci Med Sport*, 17: 15-18.

Farrow D, Young W, Bruce L. (2005) The development of a test of reactive agility for netball: a new methodology. *J Sci Med Sport*, 8: 52-60.

Faude O, Roth R, Di Giovine D, Zahner L, Donath L. (2013) Combined strength and power training in high-level amateur football during the competitive season: a randomised-controlled trial. *J Sports Sci*, 31: 1460-1467.

Faude O, Schlumberger A, Fritsche T, Treff G, Meyer T. (2010) Leistungsdiagnostische Testverfahren im Fußball - methodische Standards. *Deutsch Z Sportmed*, 61: 129-133.

Fiorilli G, Iuliano E, Mitrotasios M, Pistone EM, Aquino G, Calcagno G, di Cagno A. (2017) Are Change of Direction Speed and Reactive Agility Useful for Determining the Optimal Field Position for Young Soccer Players? *J Sports Sci Med*, 16: 247-253.

Gabbett T, Abernethy B. (2013) Expert-Novice Differences in the Anticipatory Skill of Rugby League Players. *Sport Exerc Perform Psychol*, 2: 138-155.

Gabbett T, Benton D. (2009) Reactive agility of rugby league players. *J Sci Med Sport*, 12: 212-214.

Gabbett TJ, Kelley JN, Sheppard JM. (2008) Speed, change of direction speed, and reactive agility of rugby league players. *J Strength Cond Res*, 22: 174-181.

Gambetta V. (1996) In a blur: how to develop sport-specific speed. *Sports Coach*, 19: 22-24.

Garcia-Pinillos F, Martinez-Amat A, Hita-Contreras F, Martinez-Lopez EJ, Latorre-Roman PA. (2014) Effects of a contrast training program without external load on vertical jump, kicking speed, sprint, and agility of young soccer players. *J Strength Cond Res*, 28: 2452-2460.

Getchell B. *Physical fitness: a way of life*. Macmillan, New York, 1992.

Hachana Y, Chaabène H, Ben Rajeb G, Khelifa R, Aouadi R, Chamari K, Gabbett TJ. (2014) Validity and Reliability of New Agility Test among Elite and Subelite under 14-Soccer Players. *PLoS One*, 9: e95773. doi:10.1371/journal.pone.0095773

Hammami M, Negra Y, Aouadi R, Shephard RJ, Chelly MS. (2016) Effects of an In-season Plyometric Training Program on Repeated Change of Direction and Sprint Performance in the Junior Soccer Player. *J Strength Cond Res*, 30: 3312-3320.

Harris GR, Stone MH, O'Bryant HS, Proulx CM, Johnson RL. (2000) Short-term performance effects of high power, high force, or combined weight-training methods. *J Strength Cond Res*, 14: 14-20.

Henry G, Dawson B, Lay B, Young W. (2011) Validity of a Reactive Agility Test for Australian Football. *Int J Sports Physiol Perform*, 6: 534-545.

Henry GJ, Dawson B, Lay BS, Young WB. (2016) Relationships Between Reactive Agility Movement Time and Unilateral Vertical, Horizontal, and Lateral Jumps. *J Strength Cond Res*, 30: 2514-2521.

Hertel J, Denegar CR, Johnson PD, Hale SA, Buckley WE. (1999) Reliability of the Cybex Reactor in the assessment of an agility task. *J Sport Rehabil*, 8: 24-31.

Hick WE. (1952) On the rate of gain of information. *Q J Exp Psychol*, 4: 11-26.

Hoffman JR, Cooper J, Wendell M, Kang J. (2004) Comparison of olympic vs. traditional power lifting programs in football players. *J Strength Cond Res*, 18: 129-135.

Ingebrigtsen J, Jeffreys I. (2012) The relationship between speed, strength and jumping abilities in elite junior handball players. *Serbian J Sports Sci*, 6: 83-88.

Jakovljević S, Karalejić M, Pajić Z, Gardašević B, Mandić R. (2011) The influence of anthropometric characteristics on the agility abilities of 14 year-old elite male basketball players. *Facta Univ Ser Phys Educ Sport*, 9: 141-149.

Jarvis S, Sullivan LO, Davies B, Wiltshire H, Baker JS. (2009) Interrelationships Between Measured Running Intensities and Agility Performance in Subelite Rugby Union Players. *Res Sports Med*, 17: 217-230.

Jones P, Bampouras TM, Marrin K. (2009) An investigation into the physical determinants of change of direction speed. *J Sports Med Phys Fitness*, 49: 97-104.

Kapidžić A, Pojskić H, Muratović M, Užičanin E, Bilalić J. (2011) Correlation of tests for evaluating explosive strength and agility of football players. *Sport Scientific and Practical Aspects*, 8: 29-34.

Keogh JWL, Weber CL, Dalton CT. (2003) Evaluation of anthropometric, physiological, and skill-related tests for talent identification in female field hockey. *Can J Appl Physiol*, 28: 397-409.

Krustrup P, Mohr M, Amstrup T, Rysgaard T, Johansen J, Steensberg A, Pedersen PK, Bangsbo J. (2003) The Yo-Yo intermittent recovery test: physiological response, reliability, and validity. *Med Sci Sports Exerc*, 35: 697-705.

Krustrup P, Mohr M, Ellingsgaard H, Bangsbo J. (2005) Physical demands during an elite female soccer game: Importance of training status. *Med Sci Sports Exerc*, 37: 1242-1248.

Lago-Penas C, Rey E, Casais L, Gomez-Lopez M. (2014) Relationship between performance characteristics and the selection process in youth soccer players. *J Hum Kinet*, 40: 189-199.

Lex H, Essig K, Knoblauch A, Schack T. (2015) Cognitive representations and cognitive processing of team-specific tactics in soccer. *PLoS One*, 10: e0118219. doi: 10.1371/journal.pone.0118219.

Little T, Williams AG. (2005) Specificity of acceleration, maximum speed, and agility in professional soccer players. *J Strength Cond Res*, 19: 76-78.

Lockie RG, Jeffriess MD, McGann TS, Callaghan SJ, Schultz AB. (2014) Planned and reactive agility performance in semiprofessional and amateur basketball players. *Int J Sports Physiol Perform*, 9: 766-771.

Lockie RG, Moreno MR, Orjalo AJ, Stage AA, Liu TM, Birmingham-Babauta SA, Hurley JM, Torne IA, Beiley MD, Risso FG, Davis DL, Lazar A, Stokes JJ, Giuliano DV. (2017) Repeated-Sprint Ability in Division I Collegiate Male Soccer Players: Positional Differences and Relationships with Performance Tests. *J Strength Cond Res*, 2017 Oct 16. doi: 10.1519/JSC.0000000000001948.

Malisoux L, Francaux M, Nielens H, Theisen D. (2006) Stretch-shortening cycle exercises: an effective training paradigm to enhance power output of human single muscle fibers. *J Appl Physiol*, 100: 771-779.

Mayhew JL, Piper FC, Schwegler TM, Ball TE. (1989) Contributions of speed, agility and body composition to anaerobic power measurement in college football players. *J Appl Sport Sci Res*, 3: 101-106.

McBride JM, Triplett-McBride T, Davie A, Newton RU. (2002) The effect of heavy- vs. light-load jump squats on the development of strength, power, and speed. *J Strength Cond Res*, 16: 75-82.

McClay IS, Robinson JR, Andriacchi TP, Frederick EC, Gross T, Martin P, Valiant G, Williams KR, Cavanagh PC. (1994) A Profile of Ground Reaction Forces in Professional Basketball. *J Appl Biomech*, 10: 222-236.

Meyer T, Ohlendorf K, Kindermann W. (2000) Konditionelle Fähigkeiten deutscher Spitzenfußballer im Längsschnitt. *Deutsch Z Sportmed*, 51: 271-277.

Milanović Z, Sporiš G, Trajković N, Fiorentini F. (2011) Differences in agility performance between futsal and soccer players. *Sport Sci*, 4: 55-59.

Miller MG, Herniman JJ, Ricard MD, Cheatham CC, Michael TJ. (2006) The effects of a 6-week plyometric training program on agility. *J Sports Sci Med*, 5: 459-465.

Mohr M, Krustrup P, Bangsbo J. (2003) Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *J Sports Sci*, 21: 519-528.

Moreno E. (1995) Developing quickness, Part II. *Strength Cond*, 17: 38-39.

Negra Y, Chaabene H, Hammami M, Amara S, Sammoud S, Mkaouer B, Hachana Y. (2017) Agility in Young Athletes: Is It a Different Ability From Speed and Power? *J Strength Cond Res*, 31: 727-735.

Oliver JL, Meyers RW. (2009) Reliability and Generality of Measures of Acceleration, Planned Agility, and Reactive Agility. *Int J Sports Physiol Perform*, 4: 345-354.

Pauole K, Madole K, Garhammer J, Lacourse M, Rozenek R. (2000) Reliability and validity of the T-test as a measure of agility, leg power, and leg speed in college-aged men and women. *J Strength Cond Res*, 14: 443-450.

Pehar M, Sisic N, Sekulic D, Coh M, Uljevic O, Spasic M, Krolo A, Idrizovic K. (2017) Analyzing the relationship between anthropometric and motor indices with basketball specific pre-planned and non-planned agility performances. *J Sports Med Phys Fitness*, 2017 May 9. doi: 10.23736/S0022-4707.17.07346-7.

Peterson MD, Alvar BA, Rhea MR. (2006) The contribution of maximal force production to explosive movement among young collegiate athletes. *J Strength Cond Res*, 20: 867-873.

Ramos-Campo DJ, Rubio-Arias JA, Carrasco-Poyatos M, Alcaraz PE. (2016) Physical performance of elite and subelite Spanish female futsal players. *Biol Sport*, 33: 297-304.

Rampinini E, Impellizzeri FM, Castagna C, Coutts AJ, Wisløff U. (2009) Technical performance during soccer matches of the Italian Serie A league: Effect of fatigue and competitive level. *J Sci Med Sport*, 12: 227-233.

Raven PB, Gettman LR, Pollock ML, Cooper KH. (1976) A physiological evaluation of professional soccer players. *Br J Sports Med*, 10: 209-216.

Reilly T. (1997) Energetics of high-intensity exercise (soccer) with particular reference to fatigue. *J Sports Sci*, 15: 257-263.

Reilly T, Bangsbo J, Franks A. (2000) Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *J Sports Sci*, 18: 669-683.

Reilly T, Thomas V. (1976) Motion analysis of work-rate in different positional roles in professional football match-play. *J Hum Mov Stud*, 2: 87-97.

Rienzi E, Drust B, Reilly T, Carter JEL, Martin A. (2000) Investigation of anthropometric and work-rate profiles of elite South American international soccer players. *J Sports Med Phys Fitness*, 40: 162-169.

Roca A, Ford PR, McRobert AP, Mark Williams A. (2011) Identifying the processes underpinning anticipation and decision-making in a dynamic time-constrained task. *Cogn Process*, 12: 301-310.

Sattler T, Sekulić D, Spasić M, Perić M, Krolo A, Uljević O, Kondrič M. (2015) Analysis of the Association Between Motor and Anthropometric Variables with Change of Direction Speed and Reactive Agility Performance. *J Hum Kinet*, 47: 137-145.

Sayers M. (2000) Running techniques for field sport players. / Techniques de course pour les joueurs de jeux d'exterieur. *Sports Coach*, 23: 26-27.

Scanlan A, Humphries B, Tucker PS, Dalbo V. (2014) The influence of physical and cognitive factors on reactive agility performance in men basketball players. *J Sports Sci*, 32: 367-374.

Schmidt R, Lee T. *Motor Learning and Performance: From Principles to Application*. Human Kinetics, Champaign, 2013: 22-25.

Schmidtbleicher D. (1992) Training for power events In: Komi PV (szerk.), *The Encyclopedia of Sports Medicine*. Vol 3: Strength and Power in Sport. Blackwell, Oxford, UK, 1992: 169–179.

Semenick D. (1990) Tests and measurements: the t-test. *Strength Cond J*, 12: 36-37.

Serpell BG, Ford M, Young WB. (2010) The development of a new test of agility for rugby league. *J Strength Cond Res*, 24: 3270-3277.

Sheppard JM, Young WB. (2006) Agility literature review: Classifications, training and testing. *J Sports Sci*, 24: 919-932.

Sheppard JM, Young WB, Doyle TLA, Sheppard TA, Newton RU. (2006) An evaluation of a new test of reactive agility and its relationship to sprint speed and change of direction speed. *J Sci Med Sport*, 9: 342-349.

Smirniotou A, Katsikas C, Paradisis G, Argeitaki P, Zacharogiannis E, Tziortzis S. (2008) Strength-power parameters as predictors of sprinting performance. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 48: 447-454.

Spasic M, Krolo A, Zenic N, Delextrat A, Sekulic D. (2015) Reactive Agility Performance in Handball; Development and Evaluation of a Sport-Specific Measurement Protocol. *J Sports Sci Med*, 14: 501-506.

Spierer DK, Petersen RA, Duffy K, Corcoran BM, Rawls-Martin T. (2010) Gender influence on response time to sensory stimuli. *J Strength Cond Res*, 24: 957-963.

Spiteri T, Nimphius S, Hart NH, Specos C, Sheppard JM, Newton RU. (2014) Contribution of strength characteristics to change of direction and agility performance in female basketball athletes. *J Strength Cond Res*, 28: 2415-2423.

Sporiš G, Jukić I, Ostojić SM, Milanović D. (2009) Fitness profiling in soccer: physical and physiologic characteristics of elite players. *J Strength Cond Res*, 23: 1947-1953.

Sporiš G, Milanović Z, Trajković N, Joksimović A. (2011) Correlation between speed, agility and quickness (SAQ) in elite young soccer players. *Acta Kines*, 5: 36-41.

Stølen T, Chamari K, Castagna C, Wisløff U. (2005) Physiology of Soccer: An Update. *Sports Med*, 35: 501-536.

Svensson M, Drust B. (2005) Testing soccer players. *J Sports Sci*, 23: 601-618.

Thomas JR, Silverman SJ, Nelson JK. *Research Methods in Physical Activity*. Human Kinetics, Champaign, 2015: 141-142.

Thomas K, French D, Hayes PR. (2009) The effect of two plyometric training techniques on muscular power and agility in youth soccer players. *J Strength Cond Res*, 23: 332-335.

Tomas M, Frantisek Z, Lucia M, Jaroslav T. (2014) Profile, correlation and structure of speed in youth elite soccer players. *J Hum Kinet*, 40: 149-159.

Tricoli V, Lamas L, Carnevale R, Ugrinowitsch C. (2005) Short-term effects on lower-body functional power development: Weightlifting vs. vertical jump training programs. *J Strength Cond Res*, 19: 433-437.

Tschan H. (2001) Belastungs-Beanspruchungsprofil im Fußball aus physiologischer Sicht. *Osterr J Sportmed*, 31: 7.

Vácz M, Tollár J, Meszler B, Juhász I, Karsai I. (2013) Short-Term High Intensity Plyometric Training Program Improves Strength, Power and Agility in Male Soccer Players. *J Hum Kin*, 36: 17-26.

Vescovi JD, McGuigan MR. (2008) Relationships between sprinting, agility, and jump ability in female athletes. *J Sports Sci*, 26: 97-107.

Ward P, Williams AM. (2003) Perceptual and Cognitive Skill Development in Soccer: The Multidimensional Nature of Expert Performance. *J Sport Exerc Psychol*, 25: 93-111.

Webb P, Lander J. (1983) An economical fitness testing battery for high school and college rugby teams. *Sports Coach*, 7: 44-46.

Weineck J. *Sportbiologie*. Spitta Verlag, Balingen, 2004.

Williams AM, Davids K, Burwitz L, Williams JG. (1994) Visual search strategies in experienced and inexperienced soccer players. *Res Q Exerc Sport*, 65: 127-135.

Wisløff U, Castagna C, Helgerud J, Jones R, Hoff J. (2004) Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *Br J Sports Med*, 38: 285-288.

Withers RT, Maricic Z, Wasilewski S, Kelly L. (1982) Match analyses of Australian professional soccer players. *J Hum Mov Stud*, 8: 159-176.

Wragg CB, Maxwell NS, Doust JH. (2000) Evaluation of the reliability and validity of a soccer-specific field test of repeated sprint ability. *Eur J Appl Physiol*, 83: 77-83.

Yanci J, Los AA, Grande I, Casajus JA. (2016) Change of direction ability test differentiates higher level and lower level soccer referees. *Biol Sport*, 33: 173-177.

Young WB. (1995) Laboratory strength assessment of athletes. *N Stud Ath, IAAF*, 10: 89– 96.

Young W, Farrow D. (2006) A Review of Agility: Practical Applications for Strength and Conditioning. *Strength Cond J*, 28: 24-29.

Young W, Hawken M, McDonald L. (1996) Relationship between speed, agility and strength qualities in Australian Rules football. *Strength Cond Coach*, 4: 3-6.

Young WB, Dawson B, Henry GJ. (2015a) Agility and Change-of-Direction Speed are Independent Skills: Implications for Training for Agility in Invasion Sports. *Int J Sports Sci Coach*, 10: 159-169.

Young WB, James R, Montgomery JI. (2002) Is muscle power related to running speed with changes of direction? *J Sports Med Phys Fitness*, 42: 282-288.

Young WB, McDowell MH, Scarlett BJ. (2001) Specificity of sprint and agility training methods. *J Strength Cond Res*, 15: 315-319.

Young WB, Miller IR, Talpey SW. (2015b) Physical qualities predict change-of-direction speed but not defensive agility in Australian rules football. *J Strength Cond Res*, 29: 206-212.

Young W, Rogers N. (2014) Effects of small-sided game and change-of-direction training on reactive agility and change-of-direction speed. *J Sports Sci*, 32: 307-314.

Young WB, Willey B. (2010) Analysis of a reactive agility field test. *J Sci Med Sport*, 13: 376-378.

11. SAJÁT PUBLIKÁCIÓK JEGYZÉKE

Az értekezés témájában megjelent eredeti közlemények:

Matlák J, Rácz L, Tihanyi J. (2017) Assessment of repeated reactive agility performance in amateur soccer players. Sci Sports, 32: 235-238.

Matlák J, Tihanyi J, Rácz L. (2016) Relationship between reactive agility and change of direction speed in amateur soccer players. J Strength Cond Res, 30: 1547-1552.

Matlák J, Rácz L, Tihanyi J. (2014) Az agilitással kapcsolatos kutatások áttekintése. Magyar Sporttudományi Szemle, 15: 23-31.

12. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezen disszertáció létrejötté saját energiám és elhatározásom mellett több személy segítségének is köszönhető, akiknek nagyon hálás vagyok. Szeretném kifejezni köszönetemet azoknak, akik hozzájárultak ahhoz, hogy ezt a munkát elvégezhettem, és hogy ez az értekezés megszülethetett.

Köszönettel tartozom korábbi tanárainknak, egyetemi oktatóimnak, munkatársaimnak, mindenekelőtt témavezetőmnek Dr. Tihanyi József egyetemi tanárnak, az MTA doktorának, akitől a közös munka során rengeteg biztatást, támogatást és útmutatást kaptam. Szaktudása, tapasztalata, meglátásai, segítsége nélkül ez az értekezés nem jöhetett volna létre.

Hálásan köszönöm Dr. Rácz Leventének az elmúlt évek során nyújtott felbecsülhetetlen szakmai és emberi segítségét. A TDK munkák és későbbi közös kutatás és munka során egyedülálló látásmódot, kivételes szakmai muníciót, mindemellett rengeteg inspirációt és önzetlen segítséget kaptam tőle.

Köszönöm Langmár Gergely barátomnak adatfeldolgozásban nyújtott segítségét.

Köszönöm barátaimnak biztatásukat, érdeklődésüket, pozitív impulzusaikat, amelyekkel tudtukon kívül is rengeteg segítséget nyújtottak.

Köszönöm Szilágyi Attila és Szabó Árpád tanár uraknak, hogy elindítottak egy úton, ami idáig vezetett és remélhetőleg innen még tovább vezet. A cél mindig tíz pont volt!

A legnagyobb köszönet családomat illeti, akikre doktori tanulmányaim során is mindig számíthattam. Nagyon köszönöm feleségemnek türelmét, biztatását, megértését és hogy mindig mellettem áll. Szeretném kifejezni végtelen hálámat és köszönetemet szüleimnek támogatásukért, bátorításukért, belém vetett hitükért és bizalmukért, mérhetetlen segítségükért. Doktori disszertációmot nekik ajánlom.